

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-математических и
естественных наук

Кафедра «Общая биология и
биохимия»

Направление подготовки 06.04.01 Биология

Магистерская программа Биохимия и молекулярная биология

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
на тему
«ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРОВИ
СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА НА
СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ»

Студент  Бражникова Анна Геннадьевна

Научный руководитель  Соловьев В.Б.

Нормоконтролер  Кручинина А.Д.

Рецензент  Невитов М.Н.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 04.06.18 № 13)

Заведующий кафедрой  Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой отлично (протокол заседания ГЭК от 15.06.18 № 2)

Секретарь ГЭК  Кручинина А.Д.

Пенза, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
1.1 Роль научно-исследовательского обеспечения работы спортсменов.....	7
1.2 Основные биохимические показатели крови спортсменов.....	8
1.3 Специфика физиологических показателей спортсменов игровых видов спорта.....	18
1.4 Контроль медико-биологических параметров игровых видов спорта.....	22
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	28
2.1 Материал исследования.....	28
2.2 Создание ступенчато повышающейся физической нагрузки и отбор проб.....	28
2.3 Методы определения содержания глюкозы и лактата.....	29
2.4 Статистическая обработка результатов исследования.....	32
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ...	33
3.1 Изучение показателей крови спортсменов игровых видов спорта в условиях лабораторного теста.....	34
3.2 Изучение показателей крови спортсменов игровых видов спорта в условиях соревновательной деятельности.....	44
ВЫВОДЫ.....	54
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	55

ВВЕДЕНИЕ

Изменения обмена веществ в организме происходит вследствие физических нагрузок, тренировок, а так же патологических состояниях. В связи с этим в различных тканях и биологических жидкостях появляются отдельные метаболиты (продукты обмена веществ), по которым можно судить о функциональных изменениях, а так же их можно использовать как биохимические тесты для точности постановки диагноза [10, 17]. Поэтому в спорте совместно с физиологическим, медицинским, психологическим и педагогическим контролем используется биохимический контроль над физиологическим и функциональным состоянием спортсмена. Благодаря полным научным исследованиям у спортсменов, можно объективно оценить функциональное состояние не только всего организма, но и отдельных систем, а так же оценить готовность к физическим нагрузкам.

Для решения множественных задач комплексного обследования определяют биохимические показатели обмена веществ. Это позволяет:

- контролировать функциональное состояние организма спортсмена,
- оценивать, насколько эффективно и рационально подобрана индивидуальная тренировочная программа;
- наблюдать за адаптацией основных энергетических систем организма и функциональной перестройкой организма в процессе тренировки;
- диагностировать предпатологические и патологические колебания метаболизма у спортсменов [23, 30].

Так же, с помощью биохимического контроля, можно решить ряд индивидуальных задач:

- реакцию организма при физических нагрузках;
- оценку уровня тренированности;
- адекватное применение восстанавливающих и других фармакологических средств;
- оценка работы в мышечной деятельности энергетических

метаболических систем;

- воздействие климатических факторов и др. [30, 31].

Таким образом, использование биохимического контроля на всех этапах подготовки спортсменов активно внедряется в спортивную практику.

Для каждого вида спорта определяются свои диагностические маркеры, так как в каждом конкретном случае, в зависимости от типа выполненной работы по-разному изменяются отдельные звенья метаболизма.

Для создания общей картины тренированности спортсмена оценивают физиологические показатели в состоянии покоя, во время незначительных и предельных нагрузок.

От уровня тренированности спортсмена будет зависеть глубина и направленность биохимических изменений в организме после выполнения стандартных и максимальных нагрузок [36].

Исследуемые биохимические изменения в организме, происходящие при физических упражнениях, позволяют наиболее удобно разделить все спортивные упражнения на циклические и ациклические. Для циклических видов спорта характерны периодически повторяющиеся фазы движений, которые различаются по относительной мощности работы и по характеру движения в среде [4, 22].

Для ациклических упражнений характерны неповторяющиеся фазы упражнений. Эти упражнения характеризуются кратковременными, однократными движениями максимальной и субмаксимальной мощности и комбинациями или упражнениями, совершаемыми в изменчивых условиях, где мощность и характер движения изменчивы [11, 54].

Спортивные игры относятся к физическим нагрузкам с переменной интенсивностью. Периоды напряженной мышечной работы обеспечиваются преимущественно энергией анаэробных процессов. Затем они чередуются с относительно спокойными этапами - это когда энергетические потребности организма полностью покрываются возможностями аэробного энергообеспечения и происходит ликвидация продуктов анаэробного обмена.

В связи с этим спортсмены - игровики должны владеть наиболее высокими показателями развития всех трех механизмов энергообеспечения: аэробным, лактатным - анаэробным и алактатным.

У хоккеистов показатели анаэробного механизма (алактатные и лактатные) должны быть повышены, т.к. игра в хоккей строится из недолгих периодов с очень высокой активностью, которые разделяются периодами покоя (3-5мин). При каждый выходе хоккеиста во время игры на лед характеризуется накоплением в организме повышенного количества продуктов метаболизма анаэробного механизма энергообеспечения. Какая доля этих продуктов устраняется за время покоя хоккеиста на скамейке запасных, но за все время игрового матча происходит усиление сдвигов. От уровня развития аэробных возможностей зависит скорость устранения продуктов анаэробного обмена [54, 63].

В живых организмах глюкоза является универсальным источником энергии. При выполнении высокоинтенсивных коротких нагрузок происходит повышение концентрации глюкозы в крови из-за мобилизации гликогена печени. При длительных нагрузках происходит снижение содержания глюкозы в крови, причем у нетренированных людей более выражено это снижение. По изменениям содержания глюкозы в крови можно говорить об интенсивности аэробного окисления в тканях организма при физической работе и о скорости мобилизации гликогена печени.

Высокая концентрация глюкозы в крови после физической нагрузки указывает на интенсивный распад гликогена печени или о незначительном использовании глюкозы тканями. Пониженное содержание глюкозы в крови после нагрузки будет говорить об исчерпании запасов гликогена печени либо интенсивной утилизации её тканями организма [30,32].

У спортсменов после выполнения максимальных нагрузок наблюдаются в крови высокие показатели молочной кислоты. Это свидетельствуют о большей метаболической емкости гликолиза, высокой

устойчивости ферментов в кислой среде, и как следствие более высокий уровень тренированности при хорошем спортивном результате [36].

Цель работы – на основании изучения биохимических характеристик крови спортсменов в условиях тестов и после соревновательных нагрузок разработать систему рекомендаций по восстановлению функционального состояния организма.

Были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить концентрацию лактата, глюкозы в крови и показатели работы сердечно-сосудистой системы спортсменов-хоккеистов в условиях специализированного лабораторного теста.
2. Изучить концентрацию лактата, глюкозы в крови и показатели работы сердечно-сосудистой системы спортсменов-хоккеистов после окончания матча.
3. Сравнительная характеристика исследованных показателей и разработка системы рекомендаций по восстановлению функционального состояния.

Магистерская диссертация написана на 62 листах, содержит 4 таблицы, 12 рисунков и список литературы из 80 источников на русском и английском языках.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Роль научно-исследовательского обеспечения работы спортсменов

На сегодняшний день медицинское обеспечение спорта характеризуется повышенным участием различных областей современной науки в методах подготовки спортсменов.

К формированию со стороны различных органов и систем необратимых патологических изменений приводят систематические перегрузки, не полное восстановление организма, длительное применение стероидных препаратов и других запрещенных лекарственных средств и пищевых добавок [34]. К таким патологическим изменениям в первую очередь относятся: перерождение печеночной и сердечной ткани, обменные и эндокринные нарушения, патология желудочно-кишечного тракта и опорно-двигательной системы, поражение мочеполовой сферы, иммунодефициты и др.. При таких патологических состояниях происходит развитие стойких нарушений со стороны системы крови, возможно наступление пролапса митрального клапана и даже инфаркт миокарда [32, 36]. Все особенности медико-биологического обеспечения и сопровождения современного тренировочного процесса позволяют оценить потенциальные возможности организма спортсмена и провести коррекцию гомеостаза организма спортсмена в зависимости от его индивидуальных биохимических показателей и коррекцию тренировочных и соревновательных нагрузок.

Важной и наиболее актуальной задачей научно-исследовательской работы со спортсменами является полное обследование биохимических процессов при различных физиологических состояниях. К настоящему времени достигнуты значительные успехи в раскрытии особенностей влияния физической активности на показатели функционирования всех жизненно важных системы [42, 43, 58]. Но так же имеются работы в большом количестве, где говорится о разных направлениях изменений индивидуально

исследуемых показателей при одинаковых воздействиях [38, 53, 63], что возможно, по-видимому, из-за различных моделей и схем экспериментов.

1.2 Основные биохимические показатели крови спортсменов

На данный момент роль биохимических исследований в крови и моче носит важный характер. Благодаря анализу всех известных клинических показателей мы можем оценить картину внутреннего состояния организма спортсмена, особенно после нагрузки различной интенсивности. В комплексе с данными гематологических, кардиологических, неврологических и др. исследований, данные биохимических тестов выстраивают общую картину состояния спортсмена и позволяют рекомендовать коррекцию интенсивности тренинга [3].

Нужно так же учитывать то, что в различные периоды подготовки уровни некоторых показателей у спортсменов могут несколько отличаться от нормальных значений у практически здоровых людей [1].

Согласно данным, представленным в работах Б.А. Никулина [37], в настоящее время широко применяют около 60 разных биохимических показателей крови для медицинского и биологического контроля за спортсменами.

В зависимости от цели исследования и пути решения поставленных задач биохимические тесты проводят в разных условиях. Для выявления особенностей механизмов энергообеспечения организма проводят исследования утром натощак в состоянии покоя (физиологическая норма), в динамике физической нагрузки или сразу после нее, а также в разные периоды восстановления, т.к. многие биохимические показатели у нетренированного и тренированного организма в состоянии относительного покоя существенно не отличаются.

При постановке исследования и выборе биохимических показателей нужно учитывать индивидуально-физиологические факторы такие, как пол и

возраст обследуемых, а также окружающая обстановка - температура среды, времени суток и др. (сниженная работоспособность наблюдается в утреннее и вечернее время, а так же при повышенной температуре окружающей среды). Биохимический контроль проводят утром натощак после относительного отдыха в течение суток. Так же нужно соблюдать относительно одинаковые условия внешней среды, которые могут влиять на результаты теста [1, 7, 42].

Для экстренной оценки влияния физических нагрузок медико-биологические исследования проводят через 3-7 мин после занятий спортом, в это время наступают максимальные изменения в кровеносной системе. Сдвиги биохимических показателей под воздействием физических нагрузок зависят от степени тренированности, объема выполненных нагрузок, их интенсивности и энергетической направленности. После стандартной физической нагрузки значительные биохимические сдвиги обнаруживают у менее тренированных людей, а после максимальных физических нагрузок - у более тренированных людей [47].

Основные биохимические показатели:

- субстраты энергетических процессов (глюкоза, свободные жирные кислоты, органические кислоты);
- ферменты энергетических процессов (АТФаза, КФК, цитохромоксидаза, лактатдегидрогеназа и др.);
- конечные и промежуточные метаболиты обмена углеводов, липидов и белков;
- показатели кислотно-основного состояния крови;
- регуляторные вещества обменных процессов (гормоны, ферменты, ингибиторы, витамины, активаторы);
- минеральные вещества;
- белковые фракции в крови;
- показатели иммунитета.

Углеводный обмен.

При выполнении упражнений на выносливость может возникнуть легкая временная гипогликемия, которая является следствием истощения запасов гликогена в печени и/или мышцах, нарушения гликогенолитического метаболизма.

При интенсивных и продолжительных тренировках на выносливость и при сниженном потреблении углеводов недостаток гликогена может стать хроническим [4], что приводит к необратимости процесса [40]. Так же гипогликемия может иметь серьезные последствия при перетренированности у спортсменов из-за снижения гликолиза в метаболизме скелетных мышц, приводящего к усиленному лактат – ацидозу [58, 59]. В итоге при таком сниженном гликолизе метаболизм пуриновых оснований, по сравнению с гидролизом аденозинтрифосфата АТФ и АДФ, замедляется, что приводит к увеличению уровней инозинмонофосфата и ионов аммония NH^{4+} [63, 75]. Данный процесс сопровождается выделением гипоксантина и ксантина, которые токсичны при их повышенном содержании в мышечных волокнах. Неуловимые изменения в метаболических путях могут вызвать повторные истощения гликогена, которые снабжают энергией скелетные мышцы [76]. Длительное снижение уровня гликогена приводит к усиленному окислению аминокислот.

Концентрация глюкозы в плазме крови может колебаться при физической нагрузке и зависит от уровня натренированности организма, а так же от мощности и длительности физических упражнений. Недолгие физические упражнения средней интенсивности вызывают повышенное содержания глюкозы в крови из-за усиленного метаболизма гликогена печени. Долгие физические упражнения, наоборот, вызывают снижение содержания глюкозы в крови. У нетренированных людей это понижение более наглядно выражено, чем у тренированных [47].

Изменение уровня глюкозы в крови отражает скорость аэробного окисления ее в тканях организма при мышечной активности и интенсивность мобилизационных процессов гликогена печени.

Гликозурия при физических нагрузках говорит об активной мобилизации гликогена печени [3].

Органические кислоты. По уровню органических кислот можно более точно судить о состоянии углеводного обмена, β -окисления жирных кислот. А так же понять основу хронических симптомов недомоганий, фибромиалгии, утомляемости, гипотонии (ослабления мышечного тонуса), непереносимости физических нагрузок, нарушений кислотно-основного баланса, болей в суставах и мышцах, головной боли, которая возникает из-за наличия дисфункции митохондрий.

Нормальное функционирование клеток – основа нормального здоровья и самочувствия. Митохондрия, как «электростанция», эффективно производит энергию, необходимую для нормального функционирования клеток и организма в целом. Образование энергии в цикле Кребса и синтез АТФ – основного источника энергии, происходит в основном за счет участия в этих процессах органических кислот. Они выполняют главную роль в образовании энергии для мышечной ткани. Поэтому множественные нервно мышечные нарушения связаны с дефектами митохондрий.

Из-за повышенных энергетических потребностей происходит истощение окислительного метаболического потенциала организма и наблюдается накопление в плазме крови лактата, характерного для анаэробного гликолиза. От уровня тренированности спортсмена зависит концентрация лактата. По изменению уровня содержания лактата в крови можно определить анаэробные возможности организма. Это важно при выборе спортсменов, развитии их двигательных качеств, контроле тренировочных нагрузок и процессов восстановления организма [2, 8] .

Липидный обмен.

Свободные жирные кислоты – структурные компоненты липидов. По уровню в крови можно судить о скорости липолиза триглицеридов в жировых депо и печени. Нормальные значения содержания СЖК в крови - 0,1-0,4 ммоль/л и увеличивается при длительных физических нагрузках [14, 15].

Кетоновые тела образуются в печени из ацетил-КоА при активном окислении жирных кислот в тканях организма. Кетоновые тела как энергетический субстрат из печени поступают в кровь и транспортируются к тканям, а часть выходит из организма. От уровня кетоновых тел в крови зависит скорость окисления жиров [20, 21].

Белковый обмен.

Альбумины и глобулины. 50-60% всех белков сыворотки крови составляют альбумины, глобулины - 35-40%. Основные функции: компоненты иммунной системы (особенно глобулины),

- участие в поддержании гомеостаза крови,
- транспорт различных органических и неорганических веществ,
- основа для многих метаболических процессов.

Соотношение этих белков изменяется при утомлении, различных заболеваниях, что можно использовать как диагностический показатель состояния здоровья [16, 18].

Аминокислоты. Анализ концентрации аминокислот (в моче и плазме крови) у спортсменов используется, что бы оценить достаточность и степень усвоения пищевого белка, а также дисбаланса метаболических процессов, лежащих в основе многих хронических нарушений при повышенной утомляемости после физической нагрузки.

На увеличение нагрузок аэробной и смешанной направленности первыми реагируют β -глобулины. Их уровень возрастает. Альбумины, гемоглобин, общее содержание белка и соответственно альбумино-глобулиновый коэффициент так же увеличиваются [23, 24].

Мочевина. Процесс связывания аммиака (NH_3) в печени происходит при активном распаде белков тканей и излишнем поступлении в организм АК. NH_3 - токсичное для организма человека вещество, синтезируется в нетоксичное азотсодержащее вещество - мочевина. Из печени мочевина сначала попадает в кровоток, а затем через почки выводится с мочой. В основном этот показатель часто используется, что бы оценить, как спортсмен переносит соревновательные и тренировочные физические нагрузки, ход тренировочных занятий и восстановительные процессы организма.

По степени изменения содержания мочевины в крови выделяют три типа реакции организма на физическую нагрузку [27, 30].

- **Реакции первого типа:** наблюдается прямая зависимость количества содержания мочевины в крови от нагрузок. Нормальные значения при физических нагрузках: для женщин - от 4 до 5 ммоль/л, для мужчин - 6,6 ммоль/л. На баланс анаболических и процессов указывает прямая взаимозависимость мочевины и объема нагрузок. Это также свидетельствует о соответствии, используемых в тренировке, нагрузок диапазону функциональных возможностей спортсмена.

- **Реакции второго типа:** наблюдается дисбаланс взаимосвязи количественного содержания мочевины в крови и интенсивность нагрузок: при последующем увеличении нагрузок происходит парадоксальное уменьшение уровня мочевины, возможно наблюдение показателей ниже исходных значений. Данное явление свидетельствует о незавершенности восстановительных процессов. У спортсменов с таким типом реакции наблюдаются трудности выполнения нагрузок на скорость при плохом общем самочувствии.

- **Реакции третьего типа:** не происходит никакой корреляции между изменением нагрузок и количества мочевины в крови. Наблюдается повышение содержания мочевины выше нормальных значений на протяжении двух дней и более. Данный процесс характерен для высокоинтенсивных нагрузок стрессового характера. После такой

интенсивной нагрузки уровень мочевины повышается и не зависит от величины дальнейших нагрузок. Этот тип реакции показывает некорректный выбор тренировочных нагрузок для таких функциональных возможностей организма.

Креатин. Креатин синтезируется в поджелудочной железе, в печени и почках из глицина, метионина, аргинина. Катализируется ферментом креатинкиназой из фосфокреатина. Наибольшее количество креатина содержится в мышечных волокнах. Креатин участвует в процессах энергообеспечения мышечной ткани.. Фосфокреатинкиназная система работает в клетке как внутриклеточная система передачи энергии от тех мест, где энергия запасается в виде АТФ (митохондрия и реакции гликолиза в цитоплазме), к тем местам, где требуется энергия (миофибриллы в случае мышечного сокращения). При тяжелой и высокоэффективной тренировке наблюдается дефицит фосфокреатина, вследствие этого наступает физическое утомление, возрастающее к концу тренировки. Креатинурия - показатель слишком высоких физических нагрузок патологических изменений в мышцах. Повышенная концентрация креатина в эритроцитах может свидетельствовать о гипоксии и об увеличении числа молодых клеток, т.е. о стимуляции эритропоэза (в молодых эритроцитах его содержание в 6-8 раз превышает таковое в старых) [11, 31].

К важным маркерам повреждения мышц относят уровень активности креатинкиназы, концентрацию миоглобина в плазме/сыворотке крови, появление в моче креатина и 3-метилгистидина, специфических метаболитов мышечных белков [19].

Другим показателем состояния белкового метаболизма является соотношение концентраций свободного тестостерона и кортизола ($T \div C$ коэффициент). $T \div C$ коэффициент отражает собой общую оценку белкового обмена. Является так же маркером анаболического/катаболического статуса спортсмена [56, 58]. Признаком слишком тяжелой тренировки является понижение этого коэффициента на 30% ниже нормального [65].

Показатели минерального обмена и витаминов.

Витамины. Для характеристики физиологического состояния здоровья спортсменов, их физической работоспособности определяют уровень витаминов в моче. Наиболее часто в практике спорта определяют уровень обеспеченности водорастворимым витамином С в организма. В моче витамины определяются при избыточном их употреблении и оснащении организма. Многочисленные исследования показали, что у большинства спортсменов наблюдается недостаточность обеспечения организма витаминами. Постоянный контроль за содержанием в организме витаминов позволяет вовремя назначить дополнительную витаминизацию скорректировать рацион питания путем приема специальных поливитаминных комплексов [54].

Минеральные вещества. В ходе реакций фосфорилирования АТФ в мышцах образуется в виде фосфорной кислоты (H_3PO_4) неорганический фосфат. О мощности креатинфосфокиназного механизма энергообеспечения у спортсменов судят по изменению концентрации неорганического фосфата в крови [51].

Калий - важный внутриклеточный элемент-электролит и активатор функций ряда ферментов. Элемент используется для питания клеток организма, деятельности миокарда, поддержания водно-солевого баланса организма, работы нейроэндокринной системы. Это основа каждой живой клетки. Баланс внутриклеточного калия и малого количества внеклеточного калия обеспечивает прохождение электрического нервного импульса, контроль сокращения мышц, стабильность АД. Хорошее снабжение мозга кислородом оснащает элемент калий. Дефицит калия возникает при эмоциональном и физическом стрессе. Калий, натрий и хлор выделяются с потом, из-за этого у спортсменов повышается потребность организма в этих элементах.

Функции калия:

- поддержка осмотического давления и кислотно-основное состояние организма;
- регуляция внутриклеточного обмена, обмена воды и солей;
- нормализация деятельности мышц;
- выведения из организма воды и натрия;
- участие в проведении нервных импульсов к мышцам;
- активация ряда ферментов и участие в важнейших метаболических процессах (энергообразования, синтеза гликогена, белков, гликопротеинов);
- участие в регуляции процессов выделения инсулина клетками поджелудочной железы;
- поддержка чувствительности гладкомышечных клеток к сосудосуживающему действию ангиотензина [45, 46].

Кальций – важный макроэлемент костной ткани, мышечной ткани, миокарда, нервной системы, кожи. Кальций преимущественно находится в костях, обеспечивает опорную функцию, защиту внутренних органов. В ионизированной форме 1% Ca^{2+} циркулирует в крови и межклеточной жидкости.

Функции кальция:

- участвует в регуляции нервномышечной проводимости;
- участвует в репродуктивной функции, продукции гормонов;
- участвует в свертываемости крови, в регуляции сосудистого тонуса, проницаемости капилляров;
- препятствует накоплению в организме тяжелых металлов, токсинов и радиоактивных элементов [42].

Хром. В организме у спортсменов недостаток этого элемента приводит к нарушению процессов высшей нервной деятельности и проявляется в следующих клинических признаках [37]:

- Беспокойство

- Повышенная утомляемость
- Бессонница
- Головные боли

Цинк – участвует в управлении сократимостью мышц, синтезе белков в печени, пищеварительных ферментов и инсулина в поджелудочной железе, очищении организма [36].

Магний. Так же как и калий, основным внутриклеточным элементом является магний. Он является активатором ферментов, регулирующих углеводный обмен. Магний участвует в стимуляции образования белков, регуляции хранения и высвобождения энергии в АТФ, снижении возбуждения в нервных волокнах, расслаблении сердечной мышцы. Снижение уровня магния является следствием перетренировки и утомления. Такой спад приводит к развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы, гипертензии, уролитиаза, судорог [35].

Продукты перекисного окисления липидов. При интенсивных физических нагрузках происходит усиление процессов перекисного окисления липидов. Вследствие этого в крови происходит накопление продуктов ПОЛ, что приводит к уменьшению физической работоспособности [11]. Этот механизм имеет две составляющие:

1. *Уровень перекисных процессов в скелетной мышце.* Увеличение этих процессов возникает при снижении активности основных ферментов антиоксидантной защиты. Это приводит к повреждению целостности мембран миоцитов, в результате чего происходит изменение ее проницаемости и выход в кровь как цитоплазматических (миоглобин, АсАТ), так и структурных (тропомиозин) белков скелетной мышцы.

2. *Вовлечение лейкоцитов в процесс повреждения.* Повреждение ткани при гипоксии стимулирует при восстановлении кровотока (реперфузии) привлечение в очаг повреждения лейкоцитов, которые при

активации выделяют большое количество активных форм кислорода, разрушая тем самым здоровые ткани.

Перекисное повреждение белков приводит к увеличению молекул средней массы – маркеров эндогенной интоксикации [28].

1.3 Специфика физиологических показателей спортсменов игровых видов спорта

Центральная нервная система. Регулярные физические нагрузки сопровождаются увеличением подвижности нервных процессов. Это проявляется в уточнении дифференцировок и повышении скорости переработки информации, укорочении скрытого периода двигательных реакций. Спортсмены-стайеры характеризуются высокой уравновешенностью нервных процессов [25].

Двигательный аппарат. Наблюдаются морфологические изменения в костной ткани, происходит ее утолщение, на костях образуются шероховатости, выступы, увеличиваются поперечные размеры костей, утолщается корковый слой – все эти изменения способствуют увеличению механической прочности костей.

При силовых и статических напряжениях увеличивается масса и объем скелетных мышц. Гипертрофия скелетных мышц сопровождается повышенным кровоснабжением за счет увеличения количества капилляров в скелетных мышцах [31, 33].

Биохимические сдвиги [42]:

- а) повышение содержания общего белка и миозина в плазме;
- б) увеличение содержания количества миоглобина. За счет этого повышается кислородная емкость мышц и интенсивность окислительных процессов;

Функциональные сдвиги [36, 37]:

- а) повышенная возбудимость и лабильность мышц;

- б) увеличенная сила мышц;
- в) мышцы способны к быстрому расслаблению;
- г) у тренированных людей твердость мышцы при произвольном напряжении больше, а при расслаблении меньше, чем у нетренированных людей.

Система крови. Следствием физических нагрузок является увеличение общего объема крови. Таким образом, из-за повышения содержания в крови эритроцитов и гемоглобина, увеличивается и кислородная емкость крови.

В лейкоцитарной формуле у тренированных людей наблюдается сдвиг в сторону увеличения количества лимфоцитов.

В плазме крови повышается мощность буферных систем для предотвращения и предохранения крови от резких сдвигов pH в кислую сторону. Щелочной резерв крови у спортсменов увеличен [43, 44].

Обмен веществ и энергии. У спортсменов при нормальном питании наблюдается азотистое равновесие. В тренированном организме запасы жира относительно уменьшены, а запасы углеводов увеличены – это необходимо для повышения работоспособности.

Основной обмен находится в пределах нормы или несколько понижен [4, 51].

Дыхательная система. У тренированных людей активно развиты дыхательные мышцы, увеличена жизненная емкость легких и максимальная вентиляция легких, которая составляет 150-250 л/мин. Этот показатель более изменчив, чем ЖЕЛ, и со временем тренированности увеличивается [43, 44].

Так же, чем дольше и чаще тренировки, тем меньше частота дыхания в покое до 8-10 в 1 мин и больше глубина дыхания до 700-800 мл. Минутный объем дыхания составляет 6-9 л.

Потребление O_2 в состоянии покоя почти не изменяется.

Сердечно-сосудистая система. В ходе регулярных и интенсивных тренировок проявляются следующие изменения [2, 10]:

- а) гипертрофия мышечных волокон;

- б) брадикардия;
- в) повышенное количество миоглобина, гликогена;
- г) синусовая аритмия;
- д) васкуляризация;
- е) увеличение адренэргической чувствительности мышечных волокон;
- ж) уменьшение систолического и минутного объема кровообращения;
- з) изменение показателей ЭКГ: снижение зубца Р, увеличение зубцов - Р,Т, смещении сегмента Т выше изолинии.

Гипертрофия миокарда и брадикардия наиболее выражены у спортсменов длительных циклических видов спорта. У тренированных спортсменов брадикардия часто сочетается с синусовой аритмией. Это говорит о способности сердца быстро адаптироваться к изменениям условий физических нагрузок.

Показатели артериального давления у спортсменов в пределах возрастных норм. Вместе с увеличением физических нагрузок наблюдается тенденция к повышению АД, особенно диастолического, что обусловлено уменьшением потребности тканей в кровоснабжении.

При предельной физической нагрузке:

- Дыхательная система. Увеличивается ЛВ у тренированных мужчин до 150-200 л/мин, у женщин - 90-130 л/мин. При этом эффективность ЛВ падает. Коэффициент использования кислорода снижается незначительно.

- Сердечно-сосудистая система. Наибольшие сдвиги наблюдаются при циклической работе. Систолический объем крови нарастает до 150-200 мл, минутный до 30-35 л.

Кровоснабжение органов брюшной полости и неактивных скелетных мышц резко снижается.

- Система крови. При тяжелой физической нагрузке у спортсменов содержание эритроцитов и Hb в крови немного возрастает, что способствует увеличению КЕК (до 20-22 мл). Но при чрезмерно усиленных физических

нагрузках количество эритроцитов и Hb, наоборот, может уменьшаться. Это происходит вследствие разрушения эритроцитов. У нетренированных людей при тяжелой физической нагрузке наблюдается более значительное уменьшение количества эритроцитов и гемоглобина в крови.

При циклической работе максимальной мощности накапливается большой кислородный долг, молочная кислота, pH изменяется в кислую сторону [11].

У нетренированных людей максимальный O₂-долг обычно не превышает 5-7 л. У тренированных людей не может достигать 20 и более литров. Следственно, происходит повышение концентрации молочной кислоты в крови (до 250-300 и более мг%). Так организм адаптируется к работе в условиях резко измененной внутренней среды [12].

При максимально напряженной мышечной деятельности значительные изменения касаются и других систем организма. Обычно эти изменения более выражены у менее тренированных людей. Например, количество лейкоцитов в крови у них может достигать 30-50 тыс в мм³ (интоксикационная фаза) или может резко уменьшаться содержание глюкозы в крови.

Таким образом, в процессе адаптации к максимально напряженной мышечной нагрузке в организме человека увеличивается морфофункциональные резервы, которые мобилизуются в экстремальных условиях. В результате это возникает способность систем органов и всего организма в целом переносить повышенную нагрузку по сравнению с обычной функцией [47].

1.4 Контроль медико-биологических параметров игровых видов спорта

При любой физической работе наблюдаются изменения скорости биохимических и метаболических процессов в организме, изменения в

работе мышц, внутренних органах и кровеносной системы. Изменяется направленность метаболизма. Скорость катаболических процессов, в ходе которых происходит выделение энергии и синтез АТФ, увеличивается, а скорость анаболических реакций, наоборот, падает. Такие перестройки в организме подвержены нейрогуморальной регуляции. Чем сильнее изменяется метаболизм в организме при физической нагрузке, тем лучше энергообеспечение мышечной системы. Это, в свою очередь, приводит к увеличению мощности и продолжительности физической работы [11].

Спортивный результат ограничивается уровнем развития механизмов энергообеспечения организма [35]. Поэтому проводят контроль емкости, мощности и эффективности анаэробных и аэробных механизмов энергообеспечения в процессе тренировки.

При исследовании анаэробного (гликолитического, лактатного) механизма энергообеспечения измеряют величину максимального накопления лактата в крови при максимальных физических нагрузках, а также значение рН крови и показатели КОС. Увеличение продолжительности и мощности нагрузки происходит за счет увеличения концентрации лактата до максимальных значений в крови – это свидетельствует о повышении анаэробного механизма энергообеспечения. У высококвалифицированных спортсменов - спринтеров, концентрация лактата в крови при максимальных физических нагрузках увеличивается до 26 ммоль/л и более, тогда как у нетренированных людей максимальная концентрация лактата поднимается до 15 ммоль/л при физиологической норме 1-1,5 ммоль/л [42, 54].

Чтобы оценить работу аэробного механизма синтеза АТФ обычно определяют максимальное потребление кислорода, время наступления ПАНО, а также концентрацию гемоглобина. При увеличении показателя МПК мы можем говорить об увеличении мощности аэробного механизма энергообеспечения. Также более длительное время наступления ПАНО говорит об увеличении мощности аэробного механизма. Нетренированные люди обычно выполняют физическую работу на уровне ПАНО не более 5-6

мин. Спортсмены же, работающие с упражнениями на выносливость, повышают свою длительность работы на уровне ПАНО до 1-2 ч [42, 58].

По степени изменения концентрации лактата в крови оценивают уровень тренированности спортсменов при выполнении стандартной либо предельной физической нагрузки. Наименьшее накопление лактата свидетельствует о более высокой степени тренированности спортсмена (по сравнению с нетренированными людьми) при выполнении стандартной нагрузки. Это связано, в первую очередь, с повышением доли аэробных механизмов по сравнению с анаэробными механизмами в энергообеспечении данной физической работы.

Так же при выполнении максимально предельной физической работы наблюдается наибольшее накопление молочной кислоты из-за увеличения емкости анаэробного (гликолитического) механизма энергообеспечения.

Наблюдаются также следующие изменения:

- повышается ПАНО (мощность работы, при которой резко возрастает уровень лактата в крови) у тренированных лиц по сравнению с нетренированными;
- удлиняется работа на уровне ПАНО;
- небольшое увеличение содержания лактата в крови при увеличении мощности работы. Это объясняется усовершенствованием анаэробных процессов и экономичностью энергетических затрат организма;
- увеличивается скорость утилизации лактата в период восстановления после физических нагрузок [42,54].

Медико-биологический контроль в системе подготовки спортсменов складывается из комплексного изучения состояния организма и применения функциональных методов обследования в условиях динамических (по времени) наблюдений. Эффективность такого контроля осуществляется благодаря параллельным исследованиями в лабораторных условиях и в реальной обстановке спортивных занятий.

Для медицинского обеспечения спортсменов проводятся следующие виды обследований:

- первичное обследование;
- ежегодное углубленное обследование;
- дополнительное обследование;
- этапный, текущий и срочный контроль.

Основная цель первичного обследования – это оценка состояния здоровья спортсмена для допуска к занятиям спортом, и выявление уровня физического развития. Ежегодно два раза в год проводятся углубленные медицинские обследования. Основные задачи углубленного медицинского обследования [1, 7]:

- проверить воздействие систематической спортивной подготовки на состояние здоровья и физическое развитие спортсменов;
- определить уровень физической работоспособности, основываясь на функциональных пробах и тестах;
- изучить динамику развития физической и функциональной подготовки;
- предупредить развитие перенапряжения спортсменов с помощью своевременного выявления его признаков и дать рекомендации по коррекции режима тренировки;
- выявить необходимость в лечении или медицинской реабилитации;
- назначить и провести необходимые лечебно-профилактические мероприятия.

После перенесенных заболеваний и травм, длительных перерывов в тренировках, по просьбе тренера или спортсмена проводят дополнительные медицинские обследования [41].

Этапные обследования проводят, что бы контролировать динамику здоровья и функциональную подготовленность, оценить эффективность занятий, проконтролировать выполнение рекомендаций, данных при углубленных обследованиях. Спортсмены обследуются 4 раза в год.

Основная цель этапного контроля – это выявление постепенно накопительных изменений, которые возникают в организме спортсмена во время тренировок. Особое внимание уделяют на исследование организма спортсмена именно во время процесса тренировки и при выполнении им различных функциональных проб и тестов [9, 10, 11].

Текущее обследование проводится на разных этапах тренировки (перед занятием, в утренние часы и т.п.). Применяют наиболее простые методы исследования, чтобы оценить функциональные сдвиги в организме спортсмена в процессе выполнения тренировочных нагрузок.

Основная цель срочного контроля - оценка срочных изменений, которые возникают в организме спортсмена именно в момент выполнения упражнения и в ближайшем периоде восстановления (до 2 часов после окончания занятия). Для оценки срочного контроля одни показатели регистрируются только до и после тренировки, другие - непосредственно в процессе тренировки.

Комплекс показателей медико-биологического контроля [9, 41]:

- антропометрический показатель и показатель физического развития (длина и масса тела, абсолютные и относительные величины мышечной и жировой массы, оценка соответствия биологического возраста паспортному, ЖЕЛ, кистевая и становая динамометрия);

- показатель деятельности сердечно-сосудистой системы (ЧСС, артериальное давление, ЭКГ);

- показатель деятельности нервно-мышечной системы и анализаторов (время простой и сложной двигательной реакции, реакция на движущийся объект, теппинг-тест, острота зрения, пороги возбудимости и функциональной подвижности зрительного анализатора);

- показатель клинико-лабораторных исследований (клинический анализ крови и мочи, биохимия крови).

Плановые обследования спортсменов проводятся раз 6 месяцев. Не рекомендуется проводить обследования после напряженной тренировки.

Обследования проводятся в утренние часы или через 3-4 часа после приема пищи. Запрещено проводить обследование после бессонницы, для девушек - в первые 1-2 дня менструации [8, 10, 41]. Медицинское заключение, составленное после врачебного обследования, включает в себя [12, 26, 41]:

- оценка физического развития, состояния здоровья, функционального состояния и физической подготовленности обследуемого;
- рекомендации по режиму и методике занятий;
- показания и противопоказания;
- допуск к соревнованиям;
- лечебные и профилактические назначения;
- направления на повторные обследования и к врачам по специальностям.

Чтобы получить объективную оценку уровня физической работоспособности и функционального состояния спортсмена необходимо соблюдать и стандартизировать преаналитический этап и методику тестирования:

- режим дня, предшествующий тестированию, должен строиться по одной схеме, в нем исключаются большие и средние нагрузки, но могут проводиться занятия восстановительного характера;
- разминка перед тестированием должна быть стандартной (по длительности, подбору упражнений, последовательности их выполнения);
- тестирование, по возможности, должны проводить одни и те же специалисты;
- схема выполнения теста не должна меняться, оставаясь постоянной от тестирования к тестированию;
- интервалы между повторениями одного и того же теста должны подбираться с таким расчетом, чтобы спортсмен достигал полного восстановления после предыдущей попытки;

- спортсмен должен стремиться показать в тесте (в каждой попытке) максимально возможный результат [30, 31, 41].

Врач, проводящий обследование, должен осуществлять контроль над состоянием здоровья спортсменов и принимать участие в планировании тренировочного процесса, опираясь на методические основы и достижения современной спортивной медицины.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материал исследования

В исследовании использовали капиллярную кровь спортсменов, состоящих в хоккейной команде «Дизель» г. Пензы. Научное исследование выполнялось в качестве хоздоговорной работы, целью которой являлась разработка системы рекомендаций по восстановлению функционального состояния.

Исследование состояло из 2 этапов:

1. Моделировалась физическая работа в условиях лабораторного стенда с последующим изучением биохимических показателей крови и показателей работы сердечно-сосудистой системы.
2. Биохимические показатели крови и показатели работы сердечно-сосудистой системы определялись после игрового матча.

2.2 Создание ступенчато повышающейся физической нагрузки и отбор проб

Физическую работу создавали с помощью программируемого тредбана, начиная со скорости 3,0 м/с, повышая каждые две минуты на 0,5 м/с до скорости 6,5 м/с. После двух минут бега на каждой скорости тредбан останавливали на 30 с для взятия 200 мкл капиллярной крови в гепаринизированный стеклянный капилляр. Испытуемым предлагалось для начала выполнить лёгкую разминку в течение десяти минут. После этого испытуемые выполняли первую физическую нагрузку – бег со скоростью 4 м/с. Далее через 2 минуты происходило увеличение скорости до 6.5 м/с. После каждой «ступеньки» происходила остановка тредбана на две минуты, в это время производился забор крови.

2.3 Методы определения содержания глюкозы и лактата

После забора крови производился анализ на accutrend lactate и asscuchesk. Время между взятием пробы крови и анализом было не более 2 минут. Концентрацию молочной кислоты определяли с помощью лактометра. Концентрацию глюкозы с помощью глюкометра.

Accutrend lactate - портативный и простой в использовании биохимический анализатор для количественного определения уровня лактата в капиллярной крови.

Молочная кислота (лактат) — показатель обмена углеводов, отражающий степень насыщения мышц и тканей кислородом. Молочная кислота и пируват — вещества, образующиеся в процессе метаболизма глюкозы в реакциях гликолиза. Являются показателями адекватной доставки кислорода к органам и тканям и позволяют оценить «кислородное голодание» тканей.

Образовавшаяся молочная кислота в мышцах из глюкозы поступает в кровь. Далее в реакциях глюконеогенеза в печени преобразуется в глюкозу, которая в свою очередь может опять в мышцах расщепиться до лактата (цикл Кори). Таким образом, молочная кислота является веществом, которое в норме образуется при утилизации глюкозы. В случаях нарушения работы митохондрий, что бывает при патологии энергетического обмена и неадекватного поступления кислорода происходит накопление лактата в крови.

Самоконтроль уровня лактата в крови во время физических упражнений позволяет выбрать правильную степень интенсивности нагрузки и необходимый баланс между нагрузкой и восстановлением. Каждая тест-полоска имеет тестовую зону, содержащую реагент. При нанесении пробы капиллярной крови начинается химическая реакция, и тестовая зона изменяет свой цвет. Анализатор оценивает интенсивность окрашивания и, используя

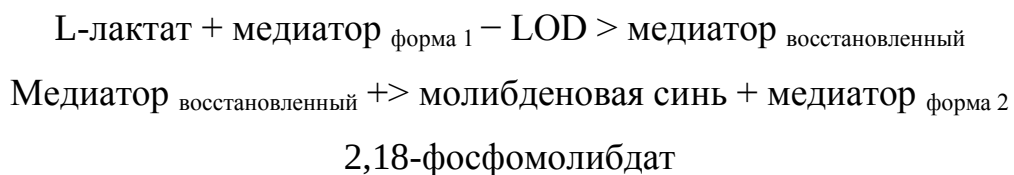
специфические данные, полученные с кодовой полоски, конвертирует полученный сигнал в результат, отображаемый на дисплее.

Допустимый диапазон температур для прибора составляет от +15 до +35 °С независимо от диапазона концентрации. Если определение лактата проводится для мониторинга физических нагрузок, концентрация лактата в крови во время тренировок на выносливость не должна превышать 3-4 ммоль/л. В процессе более длительных тренировок (более 45 минут), предпочтительной является более низкая концентрация лактата (приблизительно 2 ммоль/л или меньше). Во время тренировок на выносливость следует избегать концентраций лактата свыше 4 ммоль/л.

Диапазон измерений: 0,8-22 ммоль/л, если на дисплее отражается значение в крови; 0,7 - 26 ммоль/л, если на дисплее отражается значение в плазме.

Референсный диапазон: Капиллярная кровь — 1,0-1,8 ммоль/л, если на дисплее отражается значение в крови; 0,9-1,7 ммоль/л, если на дисплее отражается значение в плазме.

Принцип теста: Капиллярная кровь проходит через желтую защитную сетку на стекловолокно, где остаются эритроциты. Только плазма достигает реакционной зоны. Уровень лактата определяется с помощью рефлексиметрического фотометра при длине волны 657нм путем колориметрической лактат-оксидазной реакции:



Компоненты теста: Лактатоксидаза (восст. *Aerococcus viridans*) 1,9Е; N,N-бис-(2-гидрокси-этил)-(4-гидроксимино-циклогекса-2,5-диэтилидол) - аммония хлорид 7,2 мкг; фосфомолибдат 11,4 мкг.

Accucheck - биохимический анализатор для количественного определения уровня глюкозы в капиллярной крови.

Проведение анализа: для проведения анализа достаточно 1-2 мкл крови. Температура, при которой можно проводить измерения, должна быть выше +10° С, но не превышать +40° С, избегайте действия прямых солнечных лучей при проведении анализа.

Время проведения анализа: получение результата анализа в течении 5 секунд.

Принцип метода: на каждой тест-полоске есть тестовое поле, содержащее индикаторные химические вещества. Нанесение капли крови на это тестовое поле вызывает химическую реакцию и, как следствие, изменение цветового окрашивания тестового поля. Прибор регистрирует изменение цветового окрашивания тестового поля и, при помощи кодового чипа, содержащего информацию специфичную для данного лота, конвертирует электронный сигнал в результат анализа.

Для проведения анализа может быть использована свежая капиллярная кровь, венозная кровь, обработанная гепарином лития или гепарином аммония, или ЭДТА, а также, если кровь наносится на тест-полоску вне прибора, артериальная кровь и кровь новорожденных (в неонатологии). Не следует использовать образцы венозной крови обработанные антикоагулянтами, содержащими соединения фтора или ингибиторы гликолиза.

Допустимые границы уровня гематокрита: 20-70%. Если во время нанесения крови тест-полоска находится в приборе Accu-Chek: 25-55%.

Диапазон нормальных значений: Интервал нормальных значений уровня глюкозы крови натощак для взрослого человека без диабета: от 3.9 ммол/л или 70 мг/дл и не более 6.1 ммол/л или 110 мг/дл (значения в плазме). Через два часа после еды нормальный уровень глюкозы крови должен быть меньше чем 7.8 ммол/л или 140 мг/дл.

Принцип теста: Глюкозо-ди-Оксидоредуктазная - Медиаторная реакция.

Тест-полоска содержит (минимальное содержание на см²): глюкозодиоксидоредуктаза 0.7 U, хлорид бис-(2-гидроксиэтил)-(4-гидроксиминоциклогекса-2,5-диенилиден)-аммония 8.3 нг; 2,18-фосфомолибденовая кислота 88 нг; стабилизатор 0.18 мг

Систематическое отклонение от гексокиназного метода с депротеинизацией при использовании автоматического анализатора (референс) составляет максимум 4%.

Диапазон измерения: метод является линейным в диапазоне от 0.6 до 33,3 ммоль/л (10 – 600 мг/дл).

2.4 Статистическая обработка результатов исследования

Для оценки достоверности различий между значениями физиологической нормы и значениями после физической нагрузки использовали t-критерий Стьюдента. Это параметрический критерий, используемый для проверки гипотез о достоверности разницы средних при анализе количественных данных с нормальным распределением и одинаковой вариантой.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что при выполнении физической нагрузки, перетренировке, а также при патологических состояниях в живом организме изменяются обменные процессы и в различных тканях и биологических жидкостях появляются отдельные метаболиты (продукты обмена веществ), которые отражают функциональные изменения и могут служить маркерами определённого состояния спортсмена [35]. В спортивной практике важно в комплексе с другими методами контроля применять биохимический контроль за функциональным состоянием спортсмена. В практике спорта высших достижений необходимо проводить комплексные научные обследования спортсменов, дающие полную и объективную информацию об их состоянии и готовности выполнять физические нагрузки.

Жиры и углеводы являются источниками энергии для аэробных упражнений. За последние 10 лет наблюдается невероятный прогресс в понимании метаболизма жиров в скелетных мышцах. Теперь стало ясно, что регулирование является сложным и включает в себя множество сайтов контроля. В результате тренировки ускоряется транспортировка жира в митохондрию. Обнаружены белки, которые помогают в транспортировке жирных кислот через плазму и митохондриальные мембраны.

При бескислородном пути ресинтеза АТФ в работающих мышцах образуется молочная кислота (лактат), которая поступает в кровь. Выход молочной кислоты в кровь осуществляется постепенно и достигает максимума к 3-7-й минуте по завершению работы.

У спортсменов после выполнения максимальных нагрузок наблюдаются в крови высокие показатели молочной кислоты. Это свидетельствует о большей метаболической емкости гликолиза, высокой устойчивости его ферментов к кислой среде, и как следствие о более высоком уровне тренированности при хорошем спортивном результате.

При длительных физических нагрузках увеличивается концентрация в крови свободных жирных кислот, которые являются составной частью липидов. Изменение уровня СЖК в крови будет отражать скорость липолиза триглицеридов в печени и жировых депо, степень использования жиров в процессах энергообеспечения мышечной работы, а также степень сопряжения между липидным и углеводным обменом. Высокая степень сопряжения этих механизмов энергообеспечения при выполнении аэробных нагрузок является показателем тренированности организма и высокого уровня функциональной подготовки спортсмена.

Во время выполнения стандартных не максимальных нагрузок у тренированных людей наблюдается экономизация функций, то есть происходят невыраженные изменения в функциональных системах. У людей малотренированных или нетренированных эти изменения будут значительнее. При максимальных физических нагрузках происходит значительное увеличение максимальных функциональных возможностей до предельных значений

3.1 Изучение показателей крови спортсменов игровых видов спорта в условиях лабораторного теста

В своей работе мы исследовали концентрацию лактата, глюкозы в крови и показатели работы сердечно-сосудистой системы спортсменов-хоккеистов в условиях специализированного лабораторного теста.

В биохимических изменениях, возникающих в организме при занятиях некоторыми видами спорта, обнаруживается выраженное сходство. Это обусловлено целым рядом причин. Во-первых, наиболее выраженные изменения в организме при мышечной деятельности связаны с деятельностью механизмов энергетического обеспечения работы. Существуют три основных механизма энергообеспечения: аэробный, связанный с использованием кислорода воздуха, анаэробный алактатный

(креатинфосфатный) и анаэробный лактатный (гликолитический). Эти механизмы энергопродукции обеспечивают ресинтез основного энергетического источника мышц - АТФ. В зависимости от специфики выполняемой мышечной деятельности доля каждого из видов удельной энергопродукции будет меняться. Участие различных механизмов в энергетическом обеспечении работы и обусловленные их деятельностью биохимические изменения в организме определяются рядом факторов, в той или иной мере представленных во всех видах спорта. В связи с этим спортсменам - игровикам необходимо обладать достаточно высоким уровнем развития всех трех механизмов энергообеспечения.

Для оценки уровня подготовленности спортсменов использовался тест на беговой дорожке со ступенчато повышающейся скоростью от 3,0 до 6,5 м/с. В качестве критериев оценки выбирался ряд медико-биологических показателей: ПАНО (порог анаэробной нагрузки), МПК (максимальное потребление кислорода), критическая скорость бега, частота сердечных сокращений при работе, концентрация лактата и глюкозы в крови. Оценивались адаптационные изменения в процессе тестирования по данным показателям. Основной задачей являлось определение текущей и потенциальной физической подготовки спортсменов с целью разработки рекомендаций по совершенствованию системы управления тренировочным процессом.

На основании тестирования спортсмены были разделены на 3 группы по текущему функциональному состоянию и уровню общей физической подготовки (табл. 1).

Таблица 1 – Уровень общей физической подготовки и текущее функциональное состояние спортсменов-хоккеистов в условиях лабораторного теста (n= 24)

№	ФИО	Время работы в тесте, мин	МАХ скорость бега, м/с	ЧСС В размин. ,уд. в мин	ЧСС МАХ, уд. в мин	Время восст., мин.	Лактат при ЧСС 170, ммоль/ л	Лактат МАХ, ммоль/л	Глюкоз, ммоль/л	ПАНО на скорост, мин.с на км	Результат на 1500 м
	Высокие показатели										
1.	З***ов И.	14	3.20	158	192	4.47	4,3	9,6	5,4	4.10	4.00
2.	Ш**ин А.	14.54	3.20	152	196	1.23	5,7	21	3	4.20	4.05
3.	Р***ук Д.	14.52	3.20	132	182	1.25	6,2	14	6,9	4.20	4.09
4.	Б****ов Г.	14	3.20	131	184	1.58	6,7	15,3	7,5	4.20	4.09
	Средние показатели										
5.	П*****ов Ф.	14.01	3.20	124	168	1.25	8,5	10,4	6,7	4.30	4.15
6.	З**ин Н.	14.02	3.20	117	162	1.0	5,2	10,9	4,9	4.40	4.20
7.	Ф**ин Е.	14.0	3.20	165	206	3.15	5,9	11,5	7,9	4.50	4.22
8.	К*****ев В.	14.0	3.20	128	200	2.0	4,4	9,3	6,5	4.50	4.26
9.	Е**в А.	13.30	3.20	148	191	1.50	6,2	11	6,9	4.50	4.29

Продолжение таблицы 1

10.	Я****ев М.	13.20	3.40	160	203	4.40	5,6	14,7	4,3	4.50	4.35
11.	Б*****ий Д.	12.02	3.40	133	178	1.30	9,7	14,3	4,1	4.30	4.30
12.	Б****ов М.	12.03	3.40	143	182	1.10	4,5	13,5	4,9	4.50	4.40
13.	К****ев Д.	12.58	3.20	150	190	2.32	3,8	11,4	4,8	4.40	4.34
14.	Д**ин Н.	12.0	3.40	150	196	1.50	4,6	22	3,3	4.40	4.41
15.	А*****ев Р.	12.03	3.40	132	189	1.50	4,2	13,3	5,3	4.40	4.40
16.	П***ов Е.	12.0	3.40	146	178	1.20	7,1	9,3	7,7	4.50	4.41
17.	К*****ий П.	10.20	4.10	136	177	2.0	6,8	11	6,5	4.50	4.42
	Пониженные показатели										
18.	Д*****зе Д.	12.0	3.40	145	180	1.20	9,2	10,7	6,5	5.00	4.47
19.	А****ов А.	12.15	3.40	180	214	2.30	20	22	7,2	5.00	4.46
20.	А***ов А.	12.03	3.40	153	190	4.00	5,8	12,4	7,5	5.00	4.47
21.	М*****ко В.	11.00	3.40	147	181	1.40	8,2	12,6	6,4	5.00	4.44
22.	В***ев И.	10.55	4.10	160	198	3.02	8,7	12,1	5,4	5.10	4.50
23.	С*****ин А.	10.53	3.40	148	186	5.30	4,9	8,8	6,7	5.00	4.59
24.	М****ин Д.	9.00	4.10	148	176	0.58	9,2	16,2	6,0	5.00	4.47

Таблица 2 – Уровень лактата и глюкозы у спортсменов-хоккеистов в условиях лабораторного теста (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$)

№	Исследуемый показатель	Физиологическая норма	Уровень показателей		
			высокие показатели	средние показатели	пониженные показатели
1	Лактат	$1,35 \pm 0,85$	$5,73 \pm 0,73$	$5,88 \pm 1,37$	$9,43 \pm 3,00$
2	Глюкоза	$4,50 \pm 1,00$	$5,70 \pm 1,50$	$5,68 \pm 1,25$	$6,53 \pm 0,52$

Анализируя данные таблицы 2, мы видим, что во всех исследуемых группах происходит повышение уровня лактата более чем в 4,2 раза и глюкозы более чем в 1,3 раза по сравнению с физиологически нормальными значениями этих показателей по данным методик, с помощью которых определяли уровень глюкозы и лактата.

При сравнении уровня глюкозы и физиологической нормы в условиях специализированного теста в каждой исследуемой группе по отдельности мы наблюдали тенденцию увеличения показателя, что наглядно можно увидеть на рисунках 1-3.

При исследовании изменения уровня глюкозы в 1 группе с высоким уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 1) мы наблюдали повышение уровня показателя в 1,3 раза ($p < 0,05$) относительно физиологической нормы.

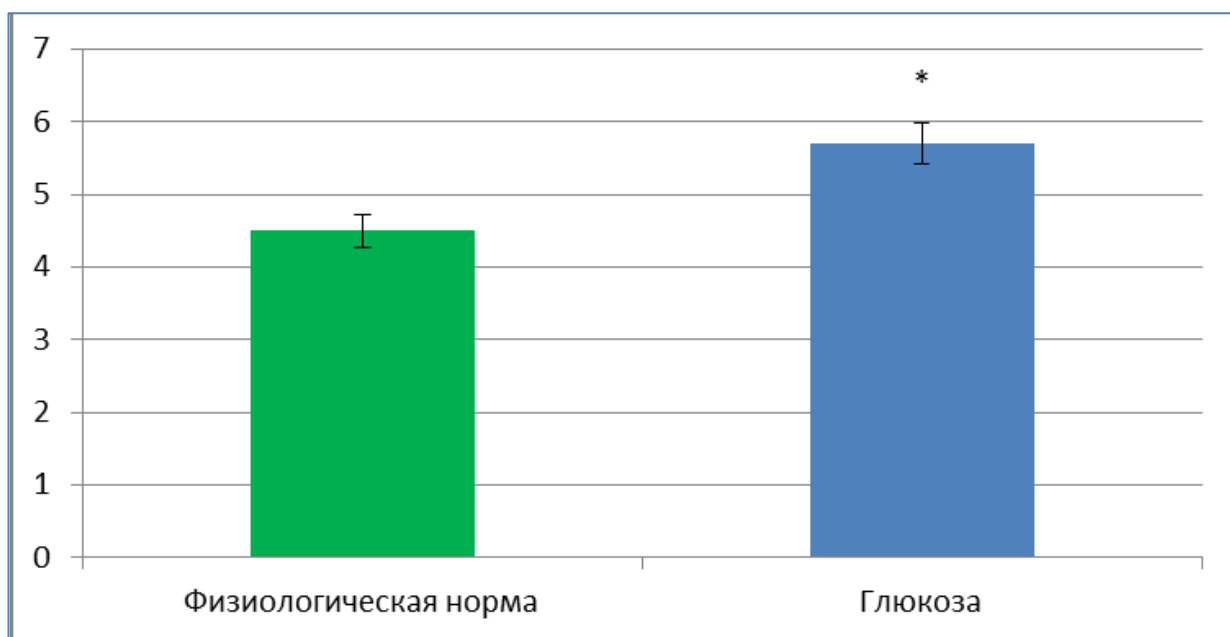


*Рисунок 1. Уровень глюкозы у спортсменов-хоккеистов в 1 группе в условиях лабораторного теста (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ относительно физиологической нормы)*

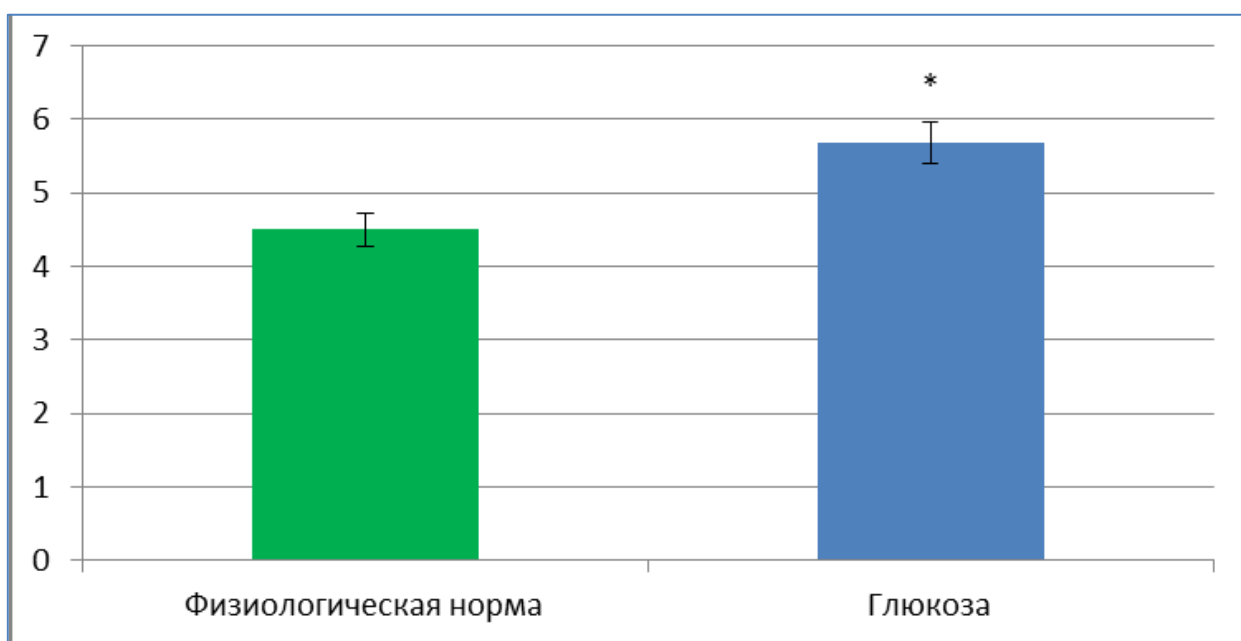


*Рисунок 2. Уровень глюкозы у спортсменов-хоккеистов во 2 группе в условиях лабораторного теста (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ относительно физиологической нормы)*

При исследовании изменения уровня глюкозы во 2 группе со средним уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 2) мы наблюдали повышение уровня показателя в 1,3 раза ($p<0,05$) относительно физиологической нормы.

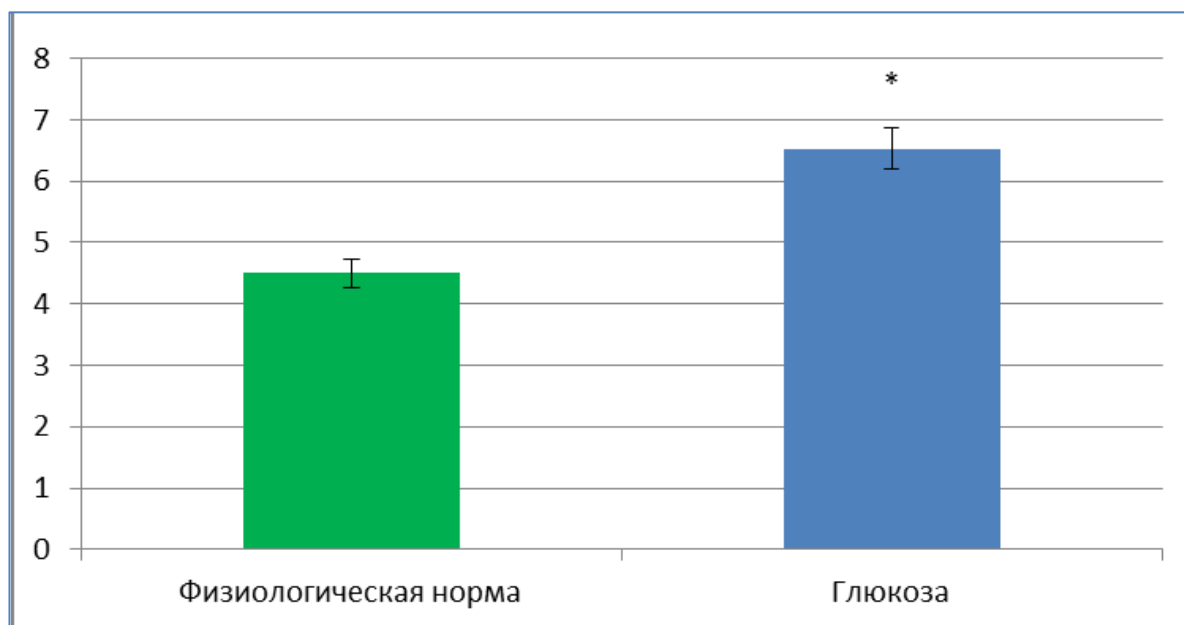


*Рисунок 3. Уровень глюкозы у спортсменов-хоккеистов в 3 группе в условиях лабораторного теста (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p<0,05$, ** - $p<0,01$, *** - $p<0,001$ относительно физиологической нормы)*

При исследовании изменения уровня глюкозы в 3 группе с пониженным уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 3) мы наблюдали повышение уровня показателя в 1,5 раза ($p<0,05$) относительно физиологической нормы.

При сравнении уровня лактата и физиологической нормы в условиях специализированного теста в каждой исследуемой группе по отдельности мы наблюдали тенденцию увеличения показателя, что наглядно можно увидеть на рисунках 4-6.

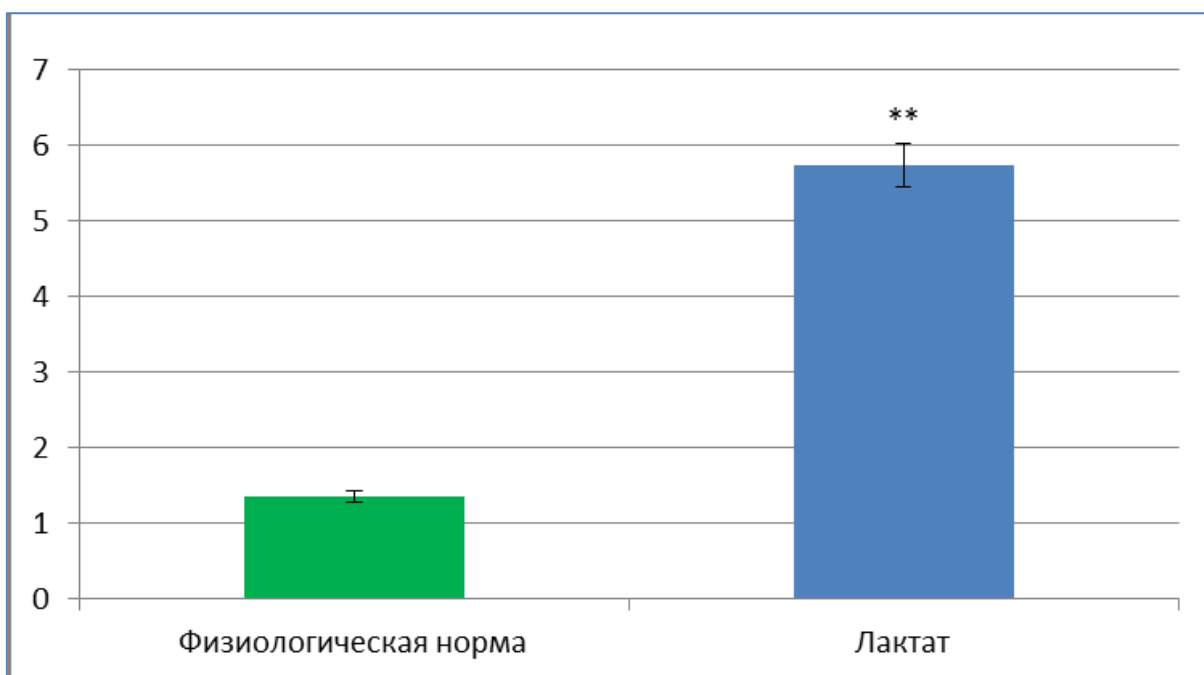


Рисунок 4. Уровень лактата у спортсменов-хоккеистов в 1 группе в условиях лабораторного теста (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ относительно физиологической нормы)

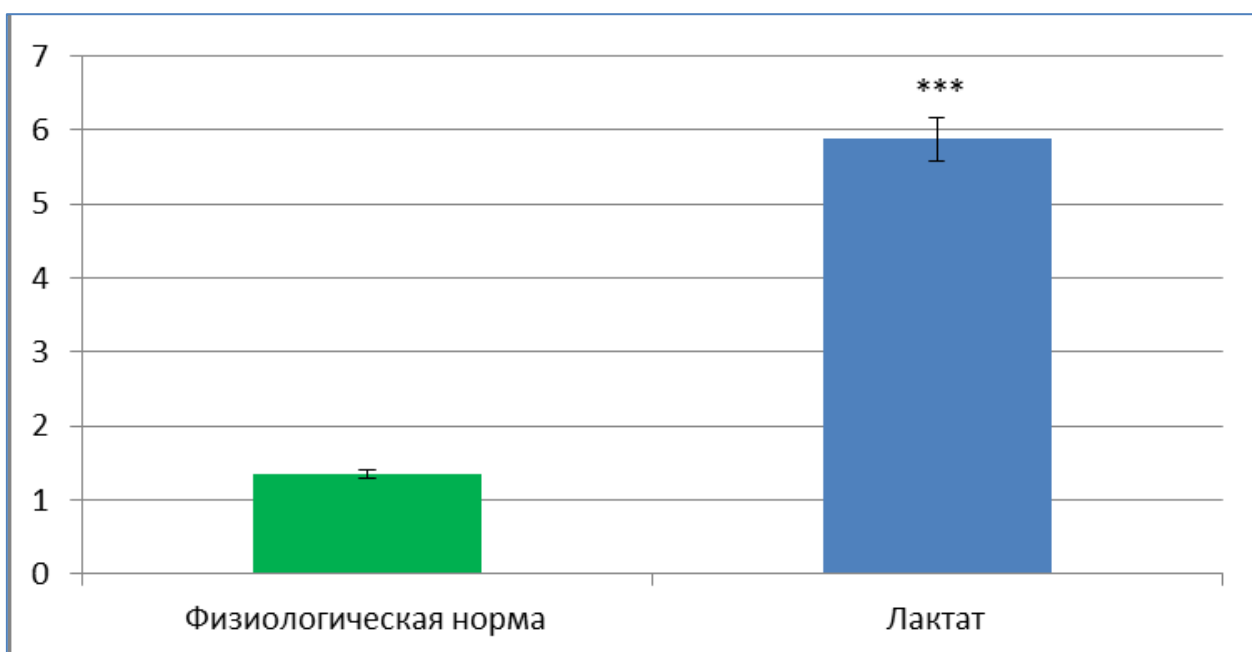


Рисунок 5. Уровень лактата у спортсменов-хоккеистов во 2 группе в условиях лабораторного теста (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ относительно физиологической нормы)

При исследовании изменения уровня лактата в 1 группе с высоким уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 4) мы наблюдали повышение уровня показателя в 4,2 раза ($p<0,01$) относительно физиологической нормы

При исследовании изменения уровня лактата во 2 группе со средним уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 5) мы наблюдали повышение уровня показателя в 4,4 раза ($p<0,001$) относительно физиологической нормы.

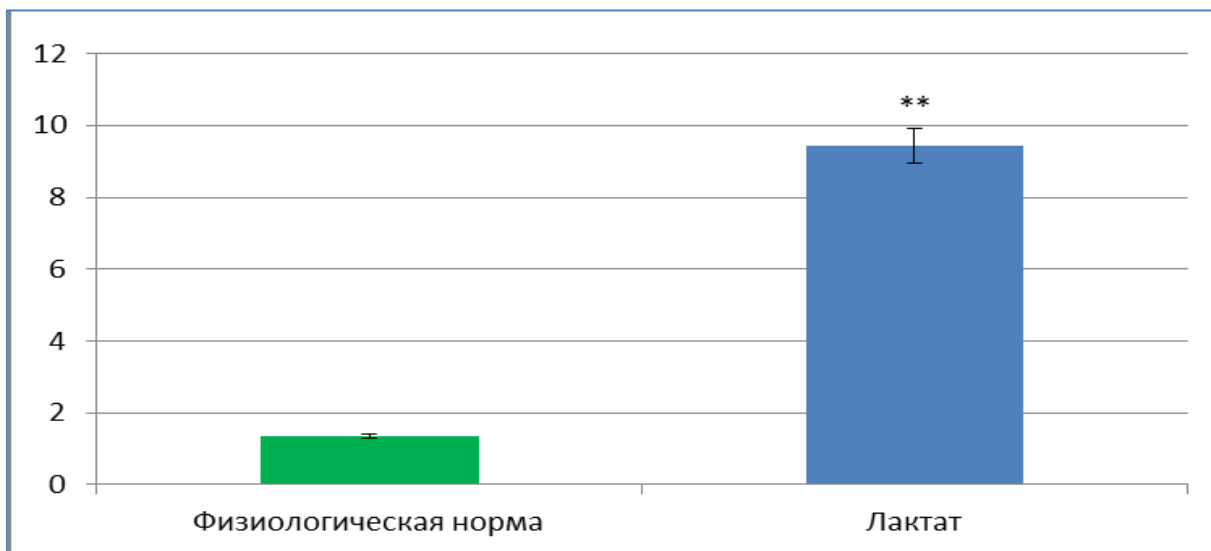


*Рисунок 6. Уровень лактата у спортсменов-хоккеистов в 3 группе в условиях лабораторного теста (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p<0,05$, ** - $p<0,01$, *** - $p<0,001$ относительно физиологической нормы)*

При исследовании изменения уровня лактата в 3 группе с пониженным уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 6) мы наблюдали повышение уровня показателя в 6,9 раза ($p<0,01$) относительно физиологической нормы.

Все спортсмены достаточно легко выполнили разминочный бег, что позволяет рекомендовать эту работу для использования в учебно-тренировочном процессе. Большинство биохимических показателей крови

улучшается после разминки, что свидетельствует о высокой важности этого процесса как начального элемента тренировки. Скоростно-силовая работа вызывает значительные перестройки в биохимических процессах в организме. Для коррекции данных изменений рекомендуется использование заминочного бега в развивающих режимах (бег на уровне ПАНО).

Большинство спортсменов обладают высоким функциональным состоянием и аэробной эффективностью. Для первой группы уровень общей физической подготовленности не является фактором, ограничивающим результативность в условиях соревновательной деятельности.

Для второй и третьей группы рекомендовано использование бега на уровне ПАНО в ходе тренировочного процесса для улучшения и коррекции функционального состояния. Для большинства спортсменов третьей группы отмечен длительный период восстановления показателей до нормы после работы в режиме максимальной мощности, что может являться значительным фактором, ограничивающим работоспособность в условиях соревновательной деятельности. Для коррекции данного состояния их тренировки по ОФП рекомендуется убрать объемные работы и заменить их работой на уровне ПАНО для развития функций.

Для ряда спортсменов отмечается повышенное содержание глюкозы (более 6,1) в крови после максимальной работы при относительно невысоком содержании лактата, что свидетельствует с одной стороны о недостаточной подготовке к работе высокой интенсивности, но с другой стороны о потенциале к развитию данного типа деятельности.

Показатели ЧСС и уровня глюкозы крови достаточно стабильны у большинства испытуемых во время работы, что показывает как нормальное состояние обмена веществ спортсменов, так и сформированность систем энергообеспечения организма. Данное заключение предполагает возможность использования интенсивной недопинговой фармакологической поддержки игроков в условиях соревновательной деятельности.

3.2. Изучение показателей крови спортсменов игровых видов спорта в условиях соревновательной деятельности

В своей работе мы исследовали концентрацию лактата, глюкозы в крови и показатели работы сердечно-сосудистой системы спортсменов-хоккеистов в условиях соревновательной деятельности.

Спортивные игры относятся к физическим нагрузкам с переменной интенсивностью. Периоды напряженной мышечной работы обеспечиваются преимущественно энергией анаэробных процессов. Затем они чередуются с относительно спокойными этапами - это когда энергетические потребности организма полностью покрываются возможностями аэробного энергообеспечения и происходит ликвидация продуктов анаэробного обмена. В связи с этим спортсмены - игровики должны владеть наиболее высокими показателями развития всех трех механизмов энергообеспечения: аэробным, лактатным - анаэробным и алактатным.

У хоккеистов показатели анаэробного механизма (алактатные и лактатные) должны быть повышены, т.к. игра в хоккей строится из недолгих периодов с очень высокой активностью, которые разделяются периодами покоя (3-5мин). При каждый выходе хоккеиста во время игры на лед характеризуется накоплением в организме повышенного количества продуктов метаболизма анаэробного механизма энергообеспечения. Какая доля этих продуктов устраняется за время покоя хоккеиста на скамейке запасных, но за все время игрового матча происходит усиление сдвигов. От уровня развития аэробных возможностей зависит скорость устранения продуктов анаэробного обмена [54, 63].

Характерной особенностью всех спортивных игр является более высокое, чем при занятиях другими видами спорта, содержание сахара в крови, которое удерживается на высоком уровне сравнительно длительное время. Это связано с большим эмоциональным напряжением спортсменов - игровиков, приводящим к усилению продукции адреналина, влияющего на

расщепление гликогена в печени и появление повышенного количества глюкозы в крови [36, 67].

Высокая концентрация глюкозы в крови после физической нагрузки указывает на интенсивный распад гликогена печени или о незначительном использовании глюкозы тканями. Пониженное содержание глюкозы в крови после нагрузки будет говорить об исчерпании запасов гликогена печени либо интенсивной утилизации её тканями организма [30,32].

При бескислородном пути ресинтеза АТФ в работающих мышцах образуется молочная кислота (лактат), которая поступает в кровь. Выход молочной кислоты в кровь осуществляется постепенно и достигает максимума к 3-7-й минуте по завершению работы.

У спортсменов после выполнения максимальных нагрузок наблюдаются в крови высокие показатели молочной кислоты. Это свидетельствует о большей метаболической емкости гликолиза, высокой устойчивости его ферментов к кислой среде, и как следствие о более высоком уровне тренированности при хорошем спортивном результате [36].

Основной задачей обследования было изучение функционального состояния по определению степени утомления после хоккейного матча, а также скорость восстановления после заминки. В качестве показателей оценивались уровни глюкозы и лактата в крови через 10 мин после окончания игры.

На основании обследования спортсмены были разделены на 3 группы по текущему функциональному состоянию и уровню общей физической подготовки (табл. 3).

Таблица 3 – Уровень общей физической подготовки и текущее функциональное состояние спортсменов-хоккеистов в условиях соревновательной деятельности (n= 24)

№	ФИО	Время работы в тесте, мин	МАХ скорость бега, м/с	ЧСС в размин., уд. в мин	ЧСС МАХ, уд. в мин	Время восст., мин	Лактат СД, ммоль/л	Лактат восст., ммоль/л	Глюкоза СД, ммоль/л	Глюкоза восст., ммоль/л	Результат на 1500 м
	Высокие показатели										
1.	З***ов И.	14	3.20	158	192	4.47	4,8	3,0	7,5	6,2	4.00
2.	Ш**ин А.	14.54	3.20	152	196	1.23	5,6	2,2	6,3	6,0	4.05
3.	Р***ук Д.	14.52	3.20	132	182	1.25	4,0	3,3	5,9	5,9	4.09
4.	Б****ов Г.	14	3.20	131	184	1.58	6,5	2,9	7,1	5,5	4.09
	Средние показатели										
5.	П*****ов Ф.	14.01	3.20	124	168	1.25	3,8	1	7,0	6,2	4.15
6.	З**ин Н.	14.02	3.20	117	162	1.0	1,6	1,7	6,8	6,4	4.20
7.	Ф**ин Е.	14.0	3.20	165	206	3.15	5,0	1,9	6,1	6,1	4.22
8.	К*****ев В.	14.0	3.20	128	200	2.0	1,0	1,3	6,6	6,6	4.26
9.	Е**в А.	13.30	3.20	148	191	1.50	2,7	6,1	5,6	5,6	4.29

Продолжение таблицы 3

10.	Я****ев М.	13.20	3.40	160	203	4.40	5,1	3,0	7,0	5,0	4.35
11.	Б*****ий Д.	12.02	3.40	133	178	1.30	6,0	2,6	6,2	6,0	4.30
12.	Б****ов М.	12.03	3.40	143	182	1.10	3,6	1,6	6,4	6,0	4.40
13.	К****ев Д.	12.58	3.20	150	190	2.32	3,5	1,8	5,4	5,4	4.34
14.	Д**ин Н.	12.0	3.40	150	196	1.50	5,0	2,4	5,7	5,5	4.41
15.	А*****ев Р.	12.03	3.40	132	189	1.50	4,0	2,5	5,5	5,3	4.40
16.	П***ов Е.	12.0	3.40	146	178	1.20	4,4	2,4	5,3	5,6	4.41
17.	К*****ий П.	10.20	4.10	136	177	2.0	4,6	14,2	5,8	5,5	4.42
	Пониженные показатели										
18.	Д*****зе Д.	12.0	3.40	145	180	1.20	18,2	7,2	7,3	6,1	4.47
19.	А****ов А.	12.15	3.40	180	214	2.30	2,7	5,6	6,1	5,6	4.46
20.	А***ов А.	12.03	3.40	153	190	4.00	10,0	5,0	6,0	6,0	4.47
21.	М*****ко В.	11.00	3.40	147	181	1.40	6,0	2,6	6,2	6,0	4.44
22.	В***ев И.	10.55	4.10	160	198	3.02	5,0	2,4	5,7	5,5	4.50
23.	С*****ин А.	10.53	3.40	148	186	5.30	4,0	2,5	5,5	5,3	4.59
24.	М****ин Д.	9.00	4.10	148	176	0.58	4,4	2,4	5,3	5,6	4.47

Таблица 4 – Уровень лактата и глюкозы у спортсменов-хоккеистов в условиях соревновательной деятельности (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$)

№	Исследуемый показатель	Физиологическая норма	Уровень показателей		
			высокие показатели	средние показатели	пониженные показатели
1	Лактат СД	1,35±0,85	5,23±0,83	3,89±1,08	7,20±3,95
2	Лактат восст	1,35±0,85	2,85±0,33	3,27±2,12	3,96±1,69
3	Глюкоза СД	4,50±1,00	6,70±0,60	6,11±0,52	6,00±0,40
4	Глюкоза всст	4,50±1,00	5,90±0,20	5,78±0,39	5,73±0,26

Анализируя данные таблицы 4, мы видим, что во всех исследуемых группах происходит повышение уровня лактата после хоккейного матча более чем в 2,9 раза и после восстановления в 2,1раза; так же наблюдается повышение уровня глюкозы после матча более чем в 1,3 раза и после восстановления в 1,2 раза по сравнению с физиологически нормальными значениями этих показателей по данным методик, с помощью которых определяли уровень глюкозы и лактата.

При сравнении уровня глюкозы после матча и после восстановления с уровнем физиологической нормы в условиях соревновательной деятельности в каждой исследуемой группе по отдельности мы наблюдали тенденцию увеличения показателя, что наглядно можно увидеть на рисунках 7-9.

При исследовании изменения уровня глюкозы после матча и после восстановления в 1 группе с высоким уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 7) мы наблюдали повышение уровня глюкозы после хоккейного матча более чем в 1,5 раза ($p < 0,05$) и после восстановления в 1,3 раза ($p < 0,05$) относительно физиологической нормы.

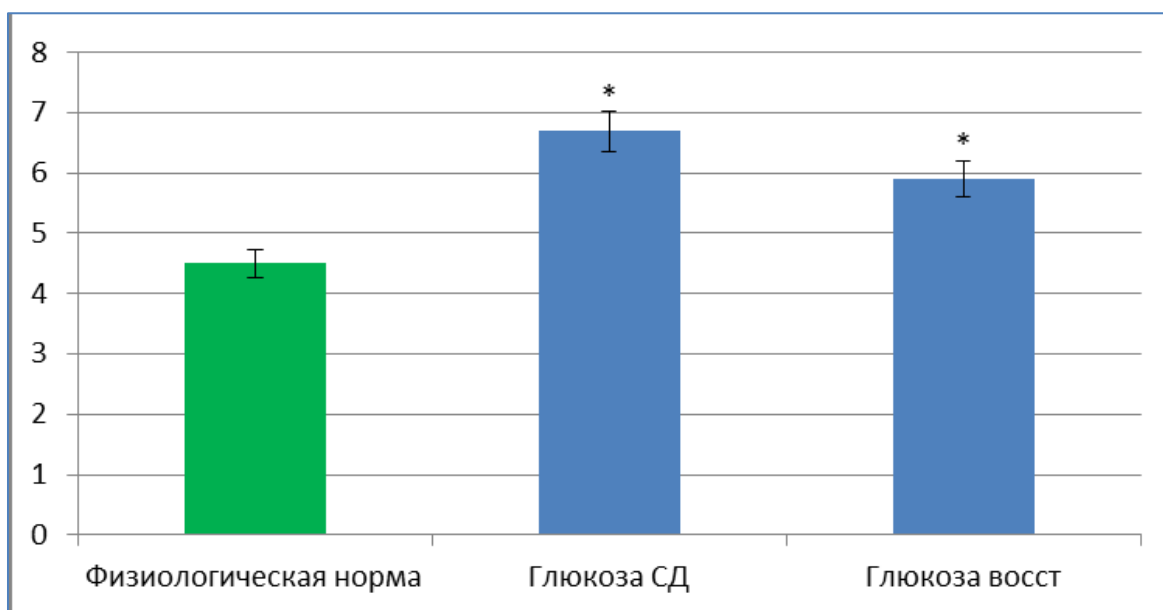


*Рисунок 7. Уровень глюкозы после матча и после восстановления у спортсменов-хоккеистов в 1 группе в условиях соревновательной деятельности (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ относительно физиологической нормы)*

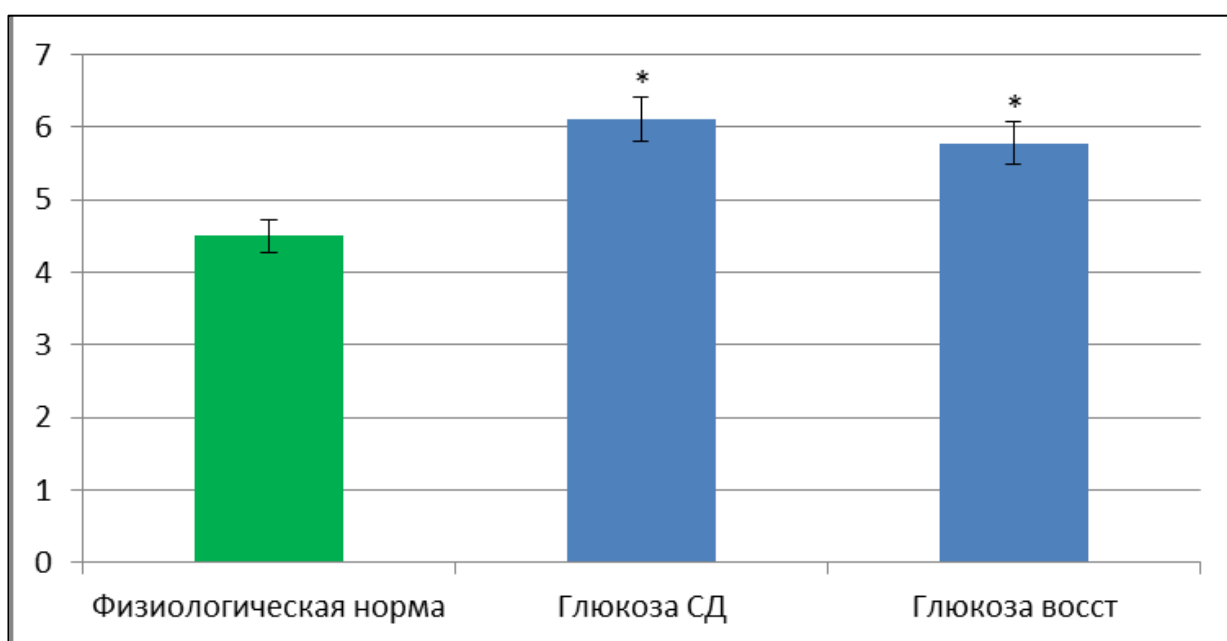


*Рисунок 8. Уровень глюкозы после матча и после восстановления у спортсменов-хоккеистов во 2 группе в условиях соревновательной деятельности (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ относительно физиологической нормы)*

При исследовании изменения уровня глюкозы после матча и после восстановления во 2 группе с высоким уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 8) мы наблюдали повышение уровня глюкозы после хоккейного матча более чем в 1,4 раза ($p<0,05$) и после восстановления в 1,2 раза ($p<0,05$) относительно физиологической нормы.

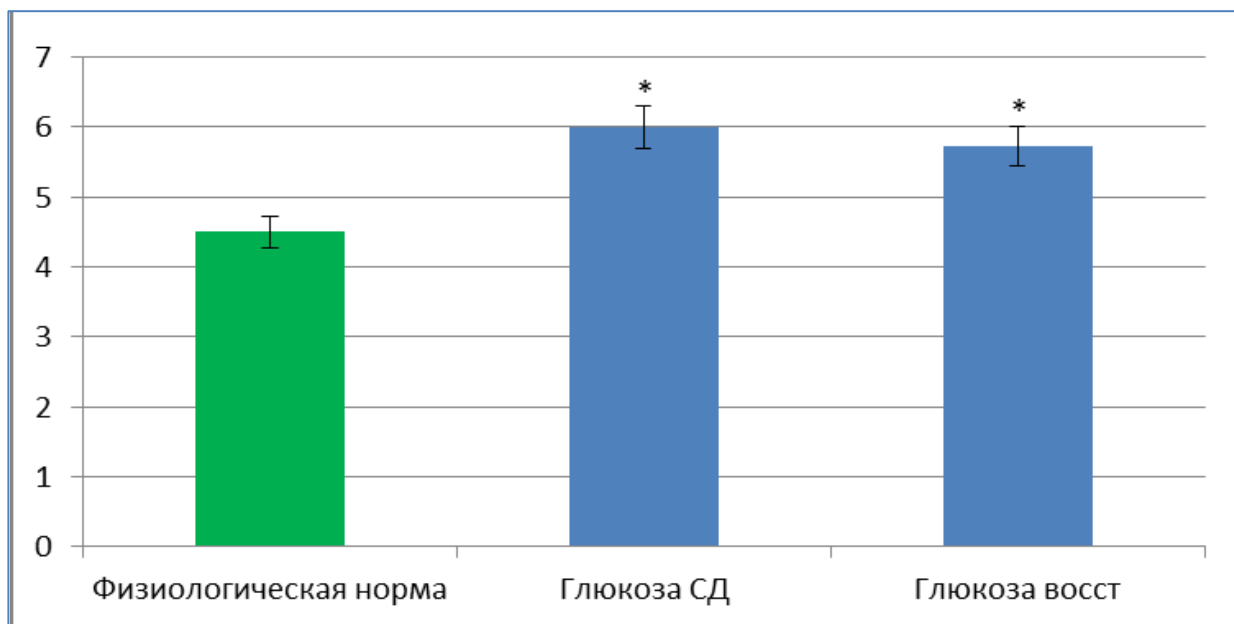


*Рисунок 9. Уровень глюкозы после матча и после восстановления у спортсменов-хоккеистов в 3 группе в условиях соревновательной деятельности (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p<0,05$, ** - $p<0,01$, *** - $p<0,001$ относительно физиологической нормы)*

При исследовании изменения уровня глюкозы после матча и после восстановления в 3 группе с высоким уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 9) мы наблюдали повышение уровня глюкозы после хоккейного матча более чем в 1,3 раза ($p<0,05$) и после восстановления в 1,2 раза ($p<0,05$) относительно физиологической нормы.

При сравнении уровня лактата после матча и после восстановления с уровнем физиологической нормы в условиях соревновательной деятельности

в каждой исследуемой группе по отдельности мы наблюдали тенденцию увеличения показателя, что наглядно можно увидеть на рисунках 10-12.

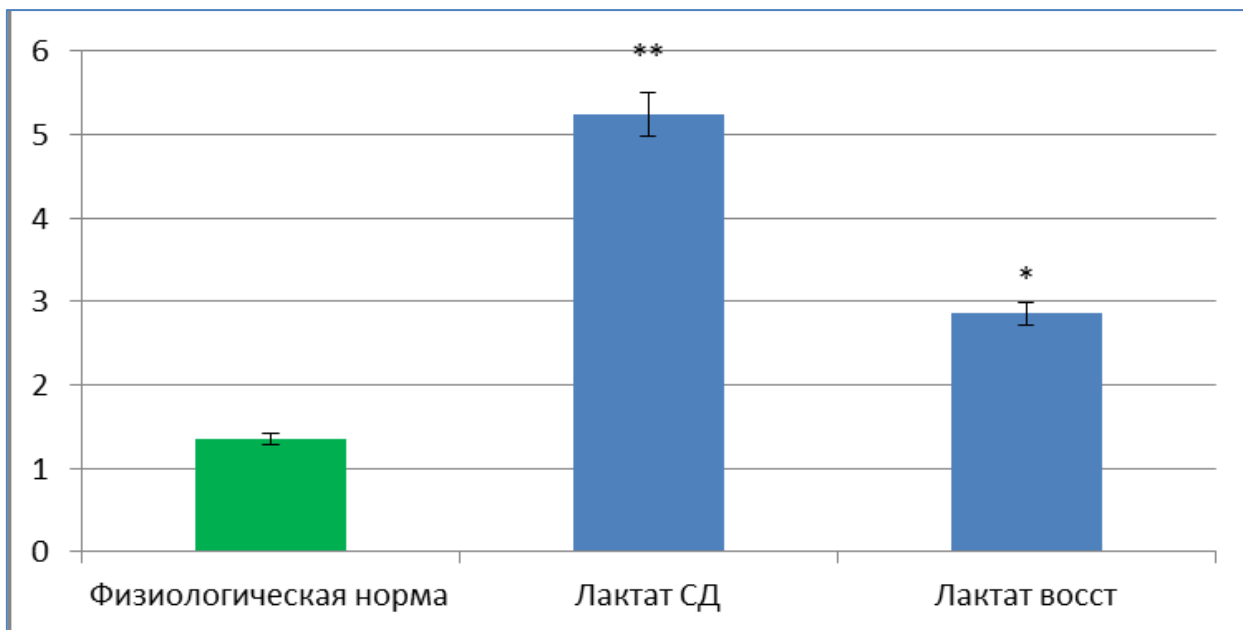


*Рисунок 10 Уровень лактата после матча и после восстановления у спортсменов-хоккеистов в 1 группе в условиях соревновательной деятельности (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ относительно физиологической нормы)*

При исследовании изменения уровня лактата после матча и после восстановления в 1 группе с высоким уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 10) мы наблюдали повышение уровня лактата после хоккейного матча более чем в 3,9 раза ($p < 0,01$) и после восстановления в 2,1 раза ($p < 0,05$) относительно физиологической нормы.

При исследовании изменения уровня лактата после матча и после восстановления во 2 группе с высоким уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 11) мы наблюдали повышение уровня лактата после хоккейного матча более чем в 2,9 раза ($p < 0,01$) и после восстановления в 2,4 раза ($p < 0,01$) относительно физиологической нормы.

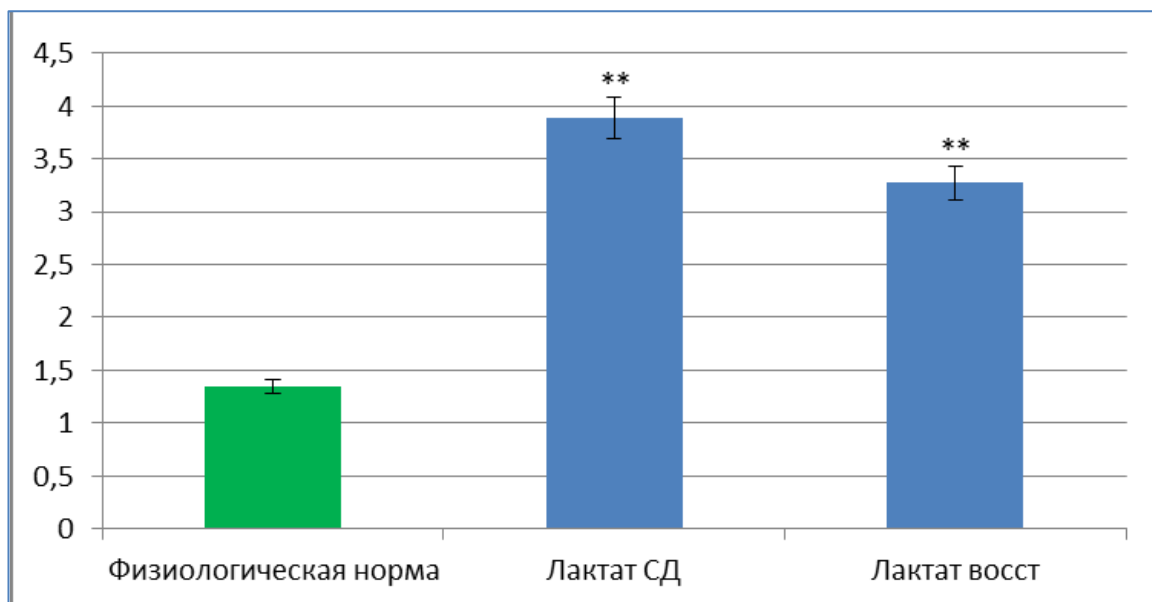


Рисунок 11. Уровень лактата после матча и после восстановления у спортсменов-хоккеистов во 2 группе в условиях соревновательной деятельности (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ относительно физиологической нормы)

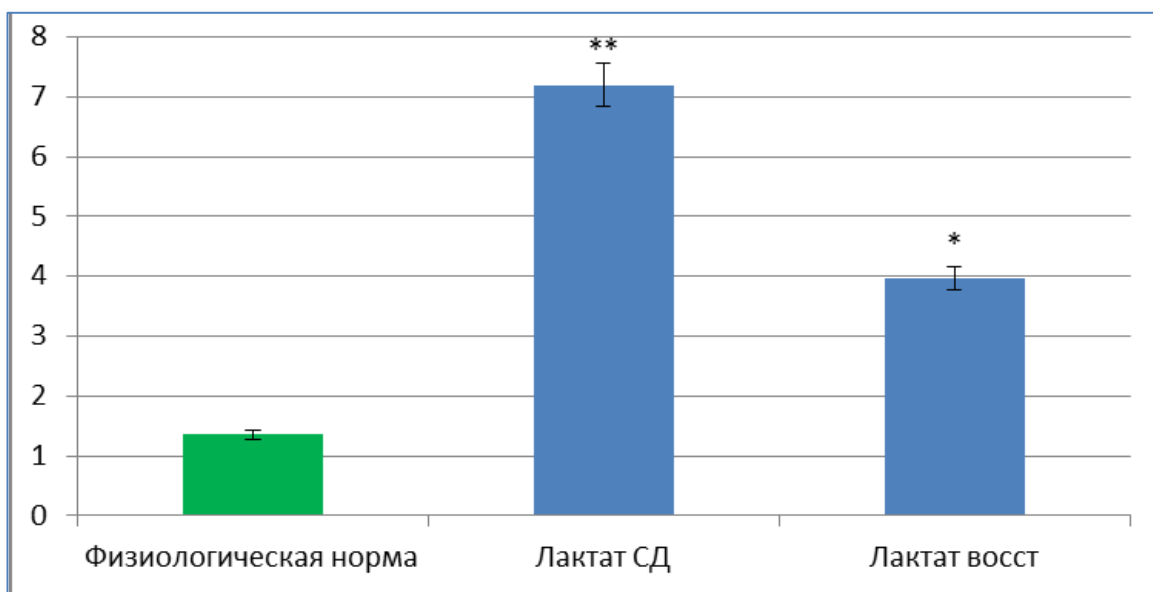


Рисунок 12. Уровень лактата после матча и после восстановления у спортсменов-хоккеистов в 3 группе в условиях соревновательной деятельности (ммоль/л, $M \pm m$, $n = 24$. * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ относительно физиологической нормы)

При исследовании изменения уровня лактата после матча и после восстановления в 3 группе с высоким уровнем общей физической подготовки и текущего функционального состояния спортсменов-хоккеистов (рис. 12) мы наблюдали повышение уровня лактата после хоккейного матча более чем в 5,3 раза ($p < 0,01$) и после восстановления в 2,9 раза ($p < 0,05$) относительно физиологической нормы.

Было установлено, что в ходе игры большинство игроков находятся в состоянии некомпенсированного утомления с достаточно высоким уровнем лактата в крови. После проведенной заминки с использованием велоэргометра уровень лактата понизился, тем не менее, с высоких значений не вернулся в пределы нормы.

Результаты оценки функционального состояния после заминки (растяжка, тренажерный зал, велоэргометр) показывают отсутствие полного восстановления, которое должно достигаться после заминки. Это указывает на неправильный, формальный подход спортсменов к проведению заминки.

Рекомендуется заминка в виде бега, продолжительность – 10 мин, бег должен включать ускорения продолжительностью 20-30 сек до пульса 160.

ВЫВОДЫ

1. После работы в условиях лабораторного тестирования изменения физиологических показателей соответствуют изменениям, характерным для спортсменов циклических видов спорта.

2. По результатам тестирования спортсмены были разделены на 3 группы по текущему функциональному состоянию и уровню общей физической подготовки: 1 группа – высокие показатели, 2 группа – средние показатели, 3 группа – пониженные показатели.

3. Результаты обследования после соревновательной деятельности по показателям уровня лактата и глюкозы частично соответствуют результатам лабораторного тестирования, а также характеризуют наличие достаточно высокого уровня перетренированности.

4. Было установлено, что после завершения матча большинство игроков находятся в состоянии некомпенсированного утомления с достаточно высоким уровнем лактата в крови. После поведенной заминки с использованием велоэргометра уровень лактата понизился, тем не менее, с высоких значений не вернулся в пределы нормы. Рекомендуется заминка в виде бега, продолжительность – 10 мин, бег должен включать ускорения продолжительностью 20-30 сек до пульса 160

5. Полученные нами в ходе исследования результаты имеют практическое применение в виде рекомендаций спортсменам и их тренерам по совершенствованию тренировочного процесса для достижения более высоких спортивных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоцерковский, З.Б. Определение физической работоспособности у лиц различного возраста / З.Б. Белозерковский // Теория и практика физической культуры. - 1984. - № 3. – С. 51 - 53.
2. Березов, Т.Т. Биологическая химия / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. - М.: Медицина, 1998. – 704 с.
3. Бородин, Е.А. Биохимический диагноз (физиологическая роль и диагностическое значение биохимических компонентов крови и мочи): Учебное пособие в 2-х частях / Е.А. Бородин. - Благовещенск, 1991. – 143с.
4. Волков, Н.И. Кислородный запрос и энергетическая стоимость напряженной мышечной деятельности человека / Н.И. Волков, И.А. Савельев // Физиология человека. - 2001.- Т. 28, №4. - С. 80-93.
5. Горчакова, Н.А. Фармакология спорта / Н.А. Горчакова, Я.С. Гудивок, Р.Д. Гунина. – К.: Олимп. литература, 2015. – 640 с.
6. Данилова, Н.Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н.Н. Данилова, А.Л. Крылова // Ростов-на-Дону: «Феникс». - 2015. - С. 406-427.
7. Желтиков, А.А. Некоторые критерии оценки функционального состояния организма / А.А. Желтиков // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2001. - №3. - С. 56-57.
8. Жуков, А.Д. Спортивная энциклопедия систем жизнеобеспечения / А.Д. Жуков.- Изд.: Юнеско, 2016. – 1000 с.
9. Журавлева, А.И. Спортивная медицина и лечебная физкультура / А.И. Журавлева, Н.Д. Граевская. - М.: Медицина, 1993. – 432 с.
10. Зайцев, В.К. Диагностика функционального состояния спортсменов на основе применения метода вариационной пульсометрии / В.К. Зайцев, В.А. Киселев, С.С. Наумов, Б.А. Подливаев // Сборник трудов ученых РГАФК. – Москва. - 2000. - С. 158-165.

11. Избранные лекции по спортивной медицине / Учебное издание. – М.: «Натюрморт», 2003. – 192 с.
12. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. - М.: Физкультура и спорт, 1988. – 207 с.
13. Клебанов, Г.И. Оценка антиокислительной активности плазмы крови с применением желточных липопротеидов / Г.И. Клебанов, И.В. Бабенкова и др. // Лаб.дело. – 1988. - №5. - С. 22 - 28.
14. Клиническая биохимия / В. А. Ткачук. - М.: ГЭОТАР - МЕД, 2002. - 358 с.
15. Клиническая биохимия / В.А. Ткачук. - М.: ГЭОТАР - МЕД, 2004. - 512 с.
16. Клиническая лабораторная диагностика: методы исследования: учебное пособие / И.А. Зупанец. - Харьков, 2005. - 200 с.
17. Клиническая лабораторная диагностика: Справочник для врачей / В.В. Медведев, Ю.З. Волчек, А.И. Карпищенко. - СПб.: Гиппократ, 2005. - 208 с.
18. Козловская, Л.В. Учебное пособие по клиническим лабораторным методам исследования (с элементами программирования) / Л.В. Козловская, М.А. Мартынова. - М.: Медицина, 1995.- 352 с.
19. Козловская, Л.В. Учебное пособие по клиническим лабораторным методам исследования / Л.В. Козловская, А.Ю. Николаев. - М.: Медицина, 2005.- 288 с.
20. Колб, В.Г. Справочник по клинической химии, . – 1-е изд./ В.Г. Колб, В.С. Камышников. - Минск, 2000. - 234 с.
21. Колб, В.Г. Справочник по клинической химии, 2-е изд., перераб. и доп. / В.Г. Колб, В.С. Камышников. - Минск, 2002. - 366 с.
22. Колчинская, А. З. Кислород. Физическое состояние. Работоспособность / А.З. Колчинская. - Киев: Наук. думка, 1991. - 206 с.

23. Комаров, Ф.И. Биохимические исследования в клинике / Ф.И. Комаров, Б.Ф. Коровкин, В.В. Меньшиков. - СПб.: Нева, 1997. - 407 с.
24. Комаров, Ф.И. Биохимические исследования в клинике, 2-е изд., перераб. и доп. / Ф.И. Комаров, Б.Ф. Коровкин, В.В. Меньшиков. - М.:АПП «Джангар», 2001. - 216 с.
25. Кремер, У. Дж. Эндокринная система, спорт и двигательная активность: ред. и пер. с англ. И. Андреев / У. Дж. Кремер, А.Д. Рогол. - Киев: Олимпийская лит., 2008. - 600 с.
26. Кудря, О. Н. Оценка функционального состояния и физической подготовленности спортсменов по показателям variability сердечного ритма / О.Н. Кудря // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. - 2014. - № 1 (17). – С. 15-22
27. Куцарев, И.П. Справочник для врачей и клинических лаборантов / И.П. Куцарев. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 111 с.
28. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / под ред. В.В. Меньшикова. - М.: Медицина, 1997. - 368 с.
29. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. - М.: Высш. шк., 1990. - 352 с.
30. Макарова, Г. А. Спортивная медицина. Учебник. / Г.А. Макарова. - М.: Советский спорт, 2015. – 470 с.
31. Макарова, Г.А. Практическое руководство для спортивных врачей / Г. А. Макарова. - Ростов н/Д: БАРО-Пресс, 2002 (Элиста:АПП Джангар). - 796 с.
32. Макарова, Г.А., Практическое руководство для спортивных врачей / Г. А. Макарова. - Ростов н/Д: БАРО-Пресс, 2015. – 800 с.
33. Мак-Дугал, Д.Д. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса: научно - практическое руководство / под ред. Д.Д. Мак-Дугал, Э.У. Говард, Д.Г. Говард. - К.: Олимпийская литература, 1998. – 431 с.
34. Медицина. Спорт. Здоровье. Олимпиада: материалы Всероссийского научного форума. - М.: «МЕДИ Экспо», 2004. – 152 с.

35. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон. – М.: Медицина, 1988. – 252 с.
36. Михайлов, С.С. Спортивная биохимия / С.С. Михайлов. - М.: Советский спорт. - 2004. – 220 с.
37. Никулин, Б.А. Биохимический контроль в спорте/ Б.А. Никулин, И.И. Родионова. – М.: Медицина, 2011. – 232 с.
38. Огурцова, М. Б. Типологический анализ регуляции кровообращения и физической работоспособности у спортсменов - пловцов / М. Б. Огурцова, А. Н. Демин // Плавание. Исследования, тренировка, гидрореабилитация: Мат. IV Международной научно-практической конференции. – СПб: Плавин. – 2007. – С.137–144.
39. Осадчий, Л. И. Положение тела и регуляция кровообращения / Л. И. Осадчий. - Л.: Наука, 1982. – 235 с.
40. Петер, А. ЧСС, лактат и тренировка на выносливость: пер. с англ. / А. Петер, Г. Янсен.– Мурманск: «Тулома», 2006г. – 400 с.
41. Платонов, В.Н. . Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В.Н. Платонов. - К.: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
42. Rogozkin, V.A. Биохимическая диагностика в спорте / В.А. Rogozkin. - ГДОИФК. им. П.Ф. Лесгафта, 2015. – 105 с.
43. Руненко, С. Д. Исследование и оценка функционального состояния спортсменов: учебное пособие для студентов лечебных и педиатрических факультетов медицинских вузов / С.Д. Руненко, Е.А. Таламбум, Е.Е. Ачкасов. - М.: Профиль. – №2, 2010. – 72 с.
44. Сборник тезисов Первого Московского международного форума «Спортивно-медицинская наука и практика на пороге XXI века». - М.: «Паруса», 2000 г. – 200 с.
45. Сейфулла, Р.Д. Спортивная фармакология: справочник / Р.Д. Сайфулла. – М.: ИПК "Московская правда", 1999. – 117 с.

46. Сейфулла, Р.Д. Фармакологическая коррекция факторов, лимитирующих работоспособность человека / Р.Д. Сейфулла // Эксперим. и клин. фарм-ия. – 1998. - Т.61, №1. - С. 3-12.
47. Соловьев, В.Б. Кислотно-основные показатели крови спортсменов различных квалификационных групп в норме и при физической работе / В.Б. Соловьев, М.Т. Генгин, В.М. Скуднов, О.П. Петрушова // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2010. – Т. 96, № 5. - С. 539-544.
48. Соловьев, В.Б. Роль пептидергической системы в адаптационных процессах и регуляции метаболизма при физической работе: автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора биологических наук. – М., 2011. – 46 с.
49. Сологуб, М. И. Клеточные механизмы адаптации: Лекция / М.И. Сологуб. - СПб.: ГАФК им. П. Ф. Лесгафта, 2002. – 183 с.
50. Солодков, А. С. Некоторые итоги исследований физиологической адаптации в спорте / А.С. Солодков // Журнал Теория и практика физической культуры. - 2006. - №10. – С. 25-31.
51. Таймазов, В.А. Биоэнергетика спорта / В.А. Таймазов, А.Т. Марьянович. - СПб.: Шатон, 2002. – 122 с.
52. Ушаков, И.Б. Методы исследования и фармакологической коррекции физической работоспособности человека / И.Б. Ушаков. - М.: Медицина, 2007. – 104 с.
53. Хавинсон, В.Х. Метод повышения резервных возможностей организма спортсменов высокой квалификации / В.Х. Хавинсон, И.А. Винер, С.В. Трофимова, А.В. Трофимов, А.В. Дудков // Международный журнал по иммунореабилитации. – 2010. - Т. 12, № 2. - С. 242 - 255.
54. Яковлев, Н.Н. Биохимия спорта / Н.Н. Яковлев. - М.: Физкультура и спорт, 1974. – 288 с.

55. Andrew, G.M. Effect of athletic training on exercise cardiac output / G.M Andrew, C.A. Guzman, M.R. Becklake // J. Appl. Physiol. – 1966. - №21. P. 603-608.
56. Basset, L.R.Jr. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance / L.R.Jr. Basset, E.T. Howley // Med. Sci. Sports Exerc. – 2000. - №32. - P. 70-84.
57. Bevegard, B. S. Regulation of the circulation during exercise in man / B. S. Bevegard, J. T. ShepHerd // PHysiol. Rev. – 1967. – v. 47. – № 2. – P. 178–213.
58. Billat, V. L. Differential modeling of anaerobic and aerobic metabolism in the 800-m and 1,500-m run / V. L. Billat, J. P. Koralsztejn, R. H. Morton // J Appl PHysiol. – 2009. – V. 107, № 2. – P. 15-28.
59. Billat, V.L. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry / V. L. Billat, J. P. Koralsztejn, R. H. Morton // Physiology and sport science:Sports Med. – 2005. - V 33. – P. 407–426.
60. Bompa, T.O. Periodization: Theory and Methodology of Training / Tudor O. Bompa,G., Gregory Haff. - Human Kinetics Publishers, 2015. - 480 p.
61. Brooks, G.A. Response to Davis' manuscript / G.A. Brooks // Med. and Science in Sports and Exercise. – 1985. - V 17, № 1. – P. 19-21.
62. Brooks, G.A. Human Bioenergetics and its Applications / G.A. Brooks, T.D. Fahey // New York: John Wiley and Sons, 1984. – 214 p.
63. Christel, S.J. Net O₂, CO₂, lactate and acid exchange by muscle during progressive working concentrations / S.J. Christel, R.W. Barbee, W.N. Stainsby // J. Appl. PHysiol. – 1984. - №56. – P. 161-165.
64. Corbett, J. Effect of task familiarisation on distribution of energy during a 2000 m cycling timetrial / J. Corbett, M. J. Barwood, K. Parkhouse // Br. J. Sports Med. – 2015. – V. 43, № 10. – P. 770–774.
65. Davis, J. A. Anaerobic threshold / J. A. Davis // Med. and Science in Sports and Exercise. – 1985. – V. 51, № 2. – P. 124-137.

66. Davis, J.A. Validation and determination of the anaerobic threshold / J. A. Davis // J. Appl. PHysiol. – 1984. - V 57, № 1. – P. 611-624.
67. Donovan, C.M., Endurance training affects lactate clearance, not lactate production / C.M. Donovan, G.A. Brooks // Am. J. PHysiol. – 1983. - № 244. – P. 83-92.
68. Essen, B. Muscle glycogen content and lactate uptake in exercising muscles / B. Essen, H. Howald, J.R. Poortmans // Metabolic adaptations to prolonged pHysical. – 1975. – P. 130-134.
69. Geir, S. Respiratory gas exchange indices for estimating the threshold / S. Geir, B. Robstad, O.H. Skjonsberg, F. Borchsenius // Journal of Sports Science and Medicine. – 2005. - № 4. – P. 29-36.
70. Hollman, W. Zur Frange der Dauerleistungsfahigkeit / W. Hollman // Fortschr. Med. – 1961. - № 7. – P. 43-45.
71. Inui, H. Occurrence of oxygen-sensitive, NADP⁺-dependent pyruvate dehydrogenase in mitochondria / H. Inui, K. Miyatake, Y. Nakano, S. Kitaoka // J. Biochem. – 1984. - V 96, № 1. – P. 931-934.
72. Maron, B.J Hypertrophic cardiomyopathy. A systematic review / B.J. Maron // JAMA. - 2002 – V. 287, № 10. - P. 1308-1320.
73. Perrey, S. Comments on point: counterpoint: the kinetics of oxygen uptake during muscular exercise do/do not manifest time-delayed phase. Modeling concerns / S. Perrey, M. Burnley, G.P. Millet, F. Borrani, A.M. Jones, D.C. Poole, S.W. Copp, D. M. Hirai, P. Gimenez, T. Busso // J Appl PHysiol. – 2009. - V 107, №5. – P. 1669 – 1670.
74. Rees, B.B. Exercise- and hypoxia-induced anaerobic metabolism and recovery: a student laboratory exercise using teleost fish / B.B. Rees, P. Boily, L.A. Williamson // Advan PHysiol Educ. – 2009. - V 33, № 1. – P. 72 - 77.
75. Wahren, J. Glucose and free fatty acid utilization in exercise studies in normal and diabetic man / J. Wahren, L. Hagennfeld, Felig // Isr. J. Med. – 1975. - Sci. 11. – P. 551-555.

76. Welch, H.G. Substrate utilization in muscle-adaptations to physical effort. In: Exercise testing and Exercise training in coronary heart disease / H.G. Welch, J.P. Naughton, H.K. Hellerstein // New York: Academic Press. – 1973. - P. 193-197.

77. Westerblad, H. Muscle Fatigue: Lactic Acid or Inorganic phosphate the Major Cause / H. Westerblad, D. Allen, J. Jannergren // News physiol Sci. – 2015. - V 17. – P. 17-21.

78. Weyand, P. G. Energetics of high-speed running: integrating classical theory and contemporary observations/ P. G. Weyand, M. W. Bundle // Am J physiol Regulatory Integrative Comp physiol. – 2005. – V. 288, № 4. – P. 956–965.

79. Woodson, R.D. Effect of acute and established anemia on O₂ transport at rest, sub maximal and maximal work / R.D. Woodson, R.E. Wills, C. Lenfant // J. Appl. physiol. – 1978. - № 44. – P. 36-43

80. Yudkin, J. The contribution of the kidney to the removal of a lactic acid load under normal and acidotic conditions in the conscious rat / J. Yudkin, R.D. Cohen // Clin. Sci. Med. Biol. – 2016. - № 48. – P. 121-131.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет физико-математических и
естественных наук

Кафедра «Общая биология и биохимия»

Направление подготовки

06.04.01 Биология

Магистерская программа «Биохимия и
молекулярная биология»

Утверждаю

Зав. кафедрой

 Г. А. Карпова
« 1 » мая 2016 г.

Задание

По ВКР студентки Бражниковой Анны Геннадьевны

Тема работы «Изучение биохимических параметров крови спортсменов игровых видов спорта на соревновательных этапах»

Утверждена приказом по Университету от « 6 » мая 2016 г. № 1920/6

Срок сдачи студентом законченной работы « 1* » мая 2016 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВКР

№ п/п	Перечень подлежащих разработке вопросов:	Сроки выполнения этапов	Примечания
1.	Составление плана ВКР	Декабрь 2016 - сентябрь 2017	<i>Выполнено</i>
2.	Определение цели и задач ВКР	Декабрь 2016 - сентябрь 2017	<i>Выполнено</i>
3.	Поиск и анализ научной литературы по теме «Основные биохимические показатели крови спортсменов, специфика физиологических показателей спортсменов игровых видов спорта, контроль медико-биологических параметров игровых видов спорта»	Сентябрь- декабрь 2017	<i>Выполнено</i>
4.	Подбор и оформление библиографического списка	Сентябрь- декабрь 2017	<i>Выполнено</i>
5.	Подготовка главы «Обзор литературы»	Январь – февраль 2018	<i>Выполнено</i>
6.	Изучение материалов исследования	Январь- февраль 2018	<i>Выполнено</i>
7.	Изучение методов определения содержания глюкозы и лактата	Февраль - март 2018	<i>Выполнено</i>
8.	Статистическая обработка результатов исследования	Февраль- март 2018	<i>Выполнено</i>
9.	Подготовка главы «Материалы и методы исследования»	Февраль- март 2018	<i>Выполнено</i>
10.	Оформление полученных результатов в виде таблиц, схем, диаграмм	Апрель - май 2018	<i>Выполнено</i>
11.	Подведение итогов и обработка результатов, полученных в ходе эксперимента	Апрель - май 2018	<i>Выполнено</i>

12.	Подготовка главы «Результаты исследований и их обсуждения»	Апрель - май 2018	<i>И.И.И.И.И.</i>
13.	Подготовка презентации на защиту ВКР, подготовка к защите ВКР	Май 2018	<i>И.И.И.И.И.</i>

Дата выдачи задания « 1 » сентября 2016г.

Руководитель
Соловьев В.Б.



Задание принял к исполнению
Бражникова А.Г.

